ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1924.

PRÉSIDENCE DE M. Guillaume BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. les professeurs **N. M. Kryloff**, Membre de l'Académie des Sciences de l'Oucraïne; **A. N. Kryloff**, Membre de l'Académie des Sciences de Russie; **V. A. Kostitzin**, Sous-Directeur de l'Institut Géophysique de Russie, qui assistent à la séance.

HYDROLOGIE. — *Étude des eaux des glaciers du Massif du mont Blanc.* Note (1) de MM. **d'Arsonval**, **Bordas** et **Touplain**.

Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur la composition des eaux des rivières issues de deux glaciers du Massif du mont Blanc, celui d'Argentière et celui des Bossons, ont mis en relief un certain nombre de faits intéressants à vérifier (2).

Nous avons donc étendu notre étude à deux autres glaciers voisins des premiers et de même origine : celui des Bois et celui du Tour.

Il importait de prélever tous les échantillons dans le plus bref délai possible afin d'éviter les influences très marquées des variations météorologiques sur la composition des eaux glaciaires. En réalité, il est pratiquement impossible d'éliminer absolument ce facteur.

Les quatre glaciers des Bossons, des Bois, d'Argentière et du Tour, dévalent dans une direction à peu près semblable vers la vallée de

---

(1) Séance du 25 août 1924.

(2) d'Arsonval, Bordas, Touplain, *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1443.

Chamonix; étant plus ou moins encaissés, leur degré d'ensoleillement n'est cependant pas absolument le même, d'où une inégalité appréciable dans le débit des torrents auxquels ils donnent naissance.

La surface exposée à l'air (crevasses, séracs) fournit une eau d'une grande pureté; l'eau qui circule sous la masse glaciaire, au contraire, est très chargée de matières boueuses arrachées au sol.

Le débit et la minéralisation totale du torrent glaciaire seront évidemment fonction de la proportion du mélange de ces deux eaux; il est donc bien difficile de réaliser des conditions telles qu'une comparaison précise puisse être établie entre les eaux de deux glaciers, même voisins.

Des investigations spéciales poursuivies par nous sur la composition des rivières et des fleuves à cours rapide nous ont révélé d'autres causes de variations; les résultats analytiques sont différents suivant que l'eau a été prise au milieu du courant ou sur les bords; même la profondeur à laquelle est opérée la prise d'échantillon, ne serait pas sans influence sur la composition de l'eau.

En ce qui concerne les torrents glaciaires du mont Blanc, ces phénomènes sont plus nets encore.

Ici, la grande quantité des particules solides en suspension et leur diversité influent sur la conductibilité électrique du liquide. Ces particules, matières minérales plus ou moins porphyrisées par l'action mécanique du glacier et les obstacles rencontrés sur le parcours du torrent, sont réparties de manière inégale dans la masse fluide mise en mouvement par la déclivité du sol; il est donc inutile de chercher à obtenir un échantillon-type de l'eau à examiner, et deux expériences, même pratiquées à très court intervalle, ne peuvent donner un résultat comparable.

La seule donnée certaine à retenir, c'est la grande variabilité des eaux puisées au front terminal des glaciers, du moins, pendant la saison chaude. Déjà, au début de nos travaux, il nous était apparu que certaines mesures physiques (conductibilité électrique, par exemple) présentaient des anomalies curieuses. Il nous a fallu nous livrer à de longues et délicates expériences pour parvenir à expliquer certains faits observés par nous et touchant la conductibilité électrique des eaux d'une pureté chimique absolue.

L'eau de fusion des glaciers est pure. Cependant la minéralisation totale des eaux des glaciers du mont Blanc est assez notable, du fait des souillures accidentelles. Malgré tout, elle reste en général inférieure à 100^{mg} par litre.

Dans ces conditions, la présence des gaz de l'air et en particulier de l'acide carbonique dans ces eaux influe sur leur conductibilité. Il faut tenir compte de ce facteur dans la détermination de la résistivité électrique. La difficulté sera réelle lorsqu'il s'agira de comparer des eaux ayant à peu près la même origine.

Nous avons dû chercher un mode opératoire qui nous permît d'atténuer dans toute la mesure du possible ces diverses causes d'erreur.

Dans certains cas, nous avons pratiqué une simple décantation après un repos plus ou moins long; parfois, le liquide demeurant louche après deux mois, il a fallu filtrer sur bougie de Birkefeld pour obtenir une limpidité parfaite. L'opacité, dans ce cas, était due, non seulement à une trituration extrême des roches formant le lit des glaciers, mais aussi à l'appoint d'eaux sauvages contenant de l'argile et des matières organiques, qui s'étaient mêlées aux eaux du glacier dans la partie voisine du front terminal de celui-ci.

Résistivité et conductivité à 18° des eaux des glaciers.

Glaciers.		Résistivité en ohms.	Conductibilité.
du Tour.	Ech. n° 1....................	57,456	$1,74.10^{-5}$
	» n° 2 (après 15 minutes)..	64,638	$1,50.10^{-5}$
Argentière.	Ech. n° 1....................	33,516	$2,9\ .10^{-5}$
	» n° 2 (après 15 minutes)..	37,107	$2,7\ .10^{-5}$
Mer de Glace (Gl. des Bois).	Ech. n° 1....................	48,678	$2,05.10^{-5}$
	» n° 2 (après 15 minutes)..	59,850	$1,67.10^{-5}$
Les Bossons.	Ech. n° 1....................	17,396	$5,74.10^{-5}$
	» n° 2 (après 15 minutes)..	13,886	$7,2\ .10^{-5}$

Ces résultats démontrent les grandes et rapides variations qui se produisent dans la minéralisation des eaux issues des glaciers du Massif du mont Blanc. Ce phénomène est loin d'être simple et de nombreux facteurs entrent en jeu pour en augmenter la complexité.

L'analyse chimique des dépôts, l'examen microscopique des sédiments et des liquides colloïdaux nous autorisent à grouper ensemble les trois glaciers du Tour, d'Argentière et des Bois.

Le glacier des Bossons offre des particularités spéciales dues à des effets mécaniques intenses s'exerçant sur des terrains peut-être différents des précédents, surtout vers sa partie terminale. L'étude des glaciers situés plus au sud du Massif du mont Blanc et en particulier du glacier de Trélatête nous permettra de vérifier cette hypothèse.

BOTANIQUE. — *Les* Neodypsis, *Palmiers de Madagascar*. Note [1] de M. Henri Jumelle.

Le genre *Neodypsis* fut très vaguement créé en 1894 par Baillon pour un Palmier de Madagascar, le *Neodypsis Lastelliana*, dont ce botaniste ne connut ni les feuilles, ni les spathes, ni même les fruits, car ceux qu'il décrivit, et dont la graine était à albumen homogène, appartenaient, en réalité, à une tout autre espèce, le *Chrysalidocarpus pilulifera*.

Beccari donc, lorsqu'il reprit l'étude de ce Palmier, en 1906, ne put guère en retenir que le nom et fut le premier à donner une diagnose complète, en signalant la rumination de l'albumen. Il ne put, d'ailleurs, pas plus que Baillon, préciser où croissait l'espèce, à Madagascar; un échantillon recueilli par Baron mentionnait seulement, comme origine, le centre de l'île.

En 1913 seulement les récoltes de M. Perrier de la Bâthie nous ont permis de reconnaître que le *Neodypsis Lastelliana* a, en fait, dans notre colonie, une assez large répartition, car on le trouve non seulement dans l'Anamalahitso et le Manongarivo, région centrale, mais encore dans le Boina et l'Ambongo, région du Nord-Ouest, dans la Haute-Mananjeba, vers 400^{m}, région du Sambirano, et aussi dans l'Est, où c'est le *menavozona* de Soanierana.

Ce *N. Lastelliana*, que contribue à caractériser l'épais duvet roux de la face inférieure de ses gaines foliaires, fut jusqu'en 1913 le seul représentant connu du genre, mais nous décrivions, cette année-là, avec M. Perrier de la Bâthie, trois autres espèces : le *N. basilongus*, qui est un des *madiovozona* de l'Est; le *N. nauseosus*, qui, sur le même versant, est le *rahoma* du mont Vatovavy; et le *N. tanalensis*, qui, toujours dans la région orientale, est le *matitana* des Tanalas.

Aujourd'hui les plus récentes explorations de M. Perrier de la Bâthie nous amènent à signaler encore cinq nouvelles espèces. Trois sont du Tsaratanana, région centrale : le *N. tsaratanensis*, un *kindro* des indigènes, croît dans les forêts du massif, sur les cimes de 1000 à 1500^{m}; le *N. heteromorphus*, autre *kindro*, a pour habitat les silves à lichens, de 1600 à 2400^{m}; le *N. lobatus*, ou *hovaka*, ou *lavoboka*, vers les mêmes altitudes, semble préférer les endroits humides et les bas-fonds. Les deux autres espèces sont,

---

[1] Séance du 25 août 1924.

dans les forêts à grès liasiques du Sambirano, le *N. canaliculatus*, qui est le *lopaka* des indigènes, et le *N. ligulatus*.

A ces neuf espèces, il nous reste à ajouter le *N. Baronii*, depuis longtemps connu, mais considéré à tort jusqu'à ces derniers mois (1) comme un *Chrysalidocarpus*.

Entre tous ces *Neodypsis*, le *N. canaliculatus* se distingue tout de suite par la large gouttière qui, dans la partie médiane du limbe, sur la face supérieure, surmonte le rachis, alors qu'au même niveau, dans les neuf autres espèces, cette gouttière est remplacée par une carène plus ou moins haute et plus ou moins forte. Cette carène, en cette région médiane du rachis, est de section triangulaire et amincie au sommet dans les *N. Baronii*, *basilongus*, *nauseosus*, *tanalensis*, *heteromorphus* et *ligulatus;* elle s'élargit, au contraire, au sommet, en s'excavant, dans le *N. Lastelliana;* elle est basse, épaisse et de même largeur à peu près sur toute sa hauteur, dans le *N. lobatus*, où elle est plane ou légèrement creusée au sommet, et dans le *N. tsaratanensis*, où l'excavation terminale est un peu plus marquée, sous forme de gouttière anguleuse.

Chez le *N. ligulatus*, l'orifice de la gaine présente une languette à l'opposé du pétiole; chez le *N. lobatus*, c'est un lobe bas et tronqué; dans les huit autres espèces, le bord antérieur de l'ouverture de la gaine est anguleux ou arrondi sans aucun prolongement.

Les segments foliaires, le long du rachis, sont isolés ou par groupes. Ils sont groupés par deux ou trois, au moins vers la région médiane, dans le *N. basilongus*, le *N. canaliculatus* et le *N. lobatus* ; ils sont par deux à cinq dans le *N. tsaratanensis* ; ils sont isolés dans les six autres espèces.

D'autres caractères distinctifs sont encore fournis : 1° par la longueur des segments médians, qui dépassent, par exemple, 1^{m} dans le *N. nauseosus* et le *N. tanalensis* et ont moins de 50^{cm} dans le *N. Baronii* et le *N. heteromorphus* ; 2° par la présence ou l'absence, sur la face inférieure de ces segments, de longues squamules rouges, qui semblent notamment toujours manquer dans les *N. lobatus* et *tsaratanensis* ; et enfin 3° par la présence ou l'absence, sur les nervures de cette même face inférieure, d'un pointillé rouge ou blanc, que présentent, entre autres, les *N. heteromorphus*, *tanalensis* et *lobatus*.

Au point de vue anatomique, deux faits surtout sont à relever, car il importe de les connaître, au cas où l'on voudrait faire intervenir la structure

(1) Henri Jumelle, *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 249.

interne dans la détermination des espèces. Le premier est la très grande ressemblance qu'offre l'anatomie des segments de trois espèces cependant bien distinctes morphologiquement : le *N. Lastelliana*, le *N. canaliculatus* et le *N. tanalensis*. Dans ces trois Palmiers, la méristèle de la nervure médiane n'occupe pas, sur la face supérieure, toute l'épaisseur de cette nervure ; non seulement elle est entourée latéralement de gros faisceaux scléreux, mais quelques-uns de ces faisceaux sont interposés entre le sommet de la méristèle et l'épiderme, caractère que ne présente aucun des sept autres *Neodypsis* ; en outre, le mésophylle possède, dans les trois espèces, de nombreux gros faisceaux scléreux et est à peu près dépourvu de cellules à raphides. Le second fait à mentionner est la différence de forme de la méristèle que, chez le *N. heteromorphus*, présente la nervure médiane des segments dans les feuilles penniséquées des pieds adultes et dans les feuilles simples ou presque simples des tout jeunes rejets qui, dans cette espèce, entourent les bases des plus vieux troncs.

Pour l'étude de ces Palmiers, ce dimorphisme anatomique, concomitant avec le dimorphisme morphologique, est d'autant plus regrettable que l'identité de structure interne entre les feuilles simples et les feuilles penniséquées normales d'une même espèce eût fortement aidé, pour les *Dypsis* et les *Neophloga* aussi bien que pour les *Neodypsis*, à reconnaître — si comme il y a toujours lieu de se le demander — certains Palmiers à feuilles simples ne seraient pas, quoiqu'ils fleurissent et fructifient, les formes jeunes de plus grands Palmiers à feuilles penniséquées. Mais il semble donc que nous devions renoncer, à cet égard, à un criterium qui eût pourtant été précieux. D'autre part, la similitude de structure des trois espèces adultes plus haut citées nous enseigne que, si des structures anatomiques différentes correspondent incontestablement à des espèces distinctes, l'anatomie ne peut cependant être utilisée que dans certaines limites pour la reconnaissance des espèces, puisque les mêmes caractères anatomiques généraux ne prouvent pas inversement que tous les Palmiers où on les observe constituent une seule et même espèce.

Les *Neodypsis* donnent des choux-palmistes de valeurs très inégales : les bourgeons terminaux du *N. Baronii*, du *N. basilongus* et du *N. ligulatus* sont excellents et de saveur douce ; ceux du *N. tanalensis*, du *N. heteromorphus*, du *N. tsaratanensis* et du *N. lobatus* sont encore comestibles, quoique un peu amers ; ceux du *N. nauseosus*, du *N. Lastelliana* et du *N. canaliculatus* ne sont pas consommables, car le premier donne des nausées et les deux autres passent même, auprès des indigènes, pour être vénéneux.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *James Dewar* (1842-1923), par J. D. Hamilton Dickson.
2° Pietro Guareschi. *Sull' Origine dei Petroli.*
3° *Couleurs et peintures*, par Ch. Coffignier.
4° *Végétation du grand Atlas marocain oriental. Exploration botanique de l'Ari Ayachi*, par Henri Humbert. (Présenté par M. Marin Molliard.)

M. le **Secrétaire général de la Fondation Carnegie** invite l'Académie à désigner un de ses membres qui occupera, dans la Commission administrative de cette fondation, la place vacante par l'expiration des pouvoirs de M. *Émile Picard*.

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul des vitesses de régime uniforme, par des polynomes, dans les tubes cylindriques à sections polygonales régulières.* Note de M. **Maurice Paschoud**.

I. Il y a quelques années, ici même [1], M. Boussinesq a repris, pour intégrer dans le cas d'une section carrée l'équation indéfinie $\Delta_2 V =$ une constante négative $(-K)$, sous la condition $V = 0$ le long du contour, la méthode de de Saint-Venant, qui consiste à exprimer V par une somme de polynomes d'un degré de plus en plus élevé, et à déterminer les coefficients arbitraires en annulant V le plus grand nombre possible de fois le long du contour.

La même méthode, avec certaines modifications dans la détermination des arbitraires, permet le calcul approché des vitesses de régime uniforme dans *tous* les tubes à sections polygonales régulières.

II. Soit un polygone régulier de m côtés. Appelons r le rayon du cercle

(1) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1743 et 1846.

inscrit et $p_m(x, y)$ le polynome *harmonique* de degré m. En prenant V sous la forme

$$(1)\qquad V = -\frac{K}{4} r^2 \left[\frac{x^2+y^2}{r^2} - A_{0m} + \frac{A_{1m}}{r^m} p_m(x, y) + \frac{A_{2m}}{r^{2m}} p_{2m}(x, y) + \ldots \right],$$

on tient compte de la symétrie du polygone et l'on satisfait à l'équation indéfinie du problème.

Il reste à déterminer les constantes A. Pour cela, on exprime : 1° que le contour du tube, d'équation $V = 0$, passe par chacun des points milieux des côtés du polygone; 2° qu'il a, en ces points, un *contact d'ordre infini* avec ces côtés.

La première condition donne

$$A_{0m} = 1 + A_{1m} + A_{2m} + \ldots.$$

La deuxième conduit au système suivant, d'une infinité d'équations à une infinité d'inconnues,

$$m(m-1)A_{1m} + 2m(2m-1)A_{2m} + \ldots = 2,$$
$$m(m-1)(m-2)(m-3)A_{1m} + 2m(2m-1)(2m-2)(2m-3)A_{2m} + \ldots = 0,$$
$$m(m-1)(m-2)(m-3)(m-4)(m-5)A_{1m} + \ldots = 0,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Dans chaque cas particulier, on peut résoudre ce système avec une exactitude de plus en plus grande, en le limitant à n équations à n inconnues.

III. Dans le cas du *triangle équilatéral*, où $m = 3$, on trouve $A_{13} = \frac{1}{3}$, $A_{26} = A_{39} = \ldots = 0$ et $A_{03} = \frac{4}{3}$. Pour le *cercle*, $m = \infty$ et l'on obtient $A_{1\infty} = A_{2\infty} = \ldots = 0$ et $A_{0\infty} = 1$. On retrouve ainsi les solutions classiques.

Pour le *carré*, où $m = 4$, la convergence des approximations est semblable à celle qu'obtenait M. Boussinesq. Mais ici, pour *toutes* les approximations, l'erreur au contour est *maxima aux sommets* et la moyenne des valeurs de V qui subsistent le long du contour est *toujours négative*. Ainsi les valeurs de V obtenues dans chaque approximation sont approcheés par *défaut* et, en faisant la correction indiquée par M. Boussinesq, on trouve des valeurs approchées *par excès*. On peut donc indiquer une limite supérieure de l'erreur commise dans chaque approximation ; et la *moyenne* arithmétique des valeurs par défaut et des valeurs par excès tend rapidement vers la valeur exacte de V.

Par exemple, pour le coefficient k de M. Boussinesq, cette moyenne est

successivement, pour les cinq premières approximations : 0,035069; 0,035177; 0,035172; 0,035168; 0,035166.

IV. Appelons V'_m la vitesse maxima au centre, Q_m le débit et U_m la vitesse moyenne du tube à section de m côtés. Posons, suivant M. Boussinesq,

$$V'_m = k'_m K \sigma_m \quad \text{et} \quad U_m = k K \sigma_m \quad (\sigma_m = \text{aire de la section}).$$

Il vient pour k_m et k'_m les expressions

$$(2)\quad k_m = \frac{1}{2m \tang\frac{\pi}{m}}\left[-\frac{3+\tang^2\frac{\pi}{m}}{12} + \frac{A_{0m}}{2} + \frac{A_{1m}}{(m+1)(m+2)\cos^m\left(\frac{\pi}{m}\right)} - \frac{A_{2m}}{(2m+1)(2m+2)\cos^{2m}\left(\frac{\pi}{m}\right)} + \ldots\right],$$

$$(3)\quad k'_m = \frac{A_{0m}}{4m \tang\frac{\pi}{m}}.$$

V. Le calcul par la méthode précédente donne, pour les polynomes à 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 et 15 côtés, les valeurs suivantes de k_m et de k'_m :

$k_4 = 0,0352$; $k_5 = 0,0372$; $k_6 = 0,0382$; $k_7 = 0,0387$; $k_8 = 0,0391$;
$k_9 = 0,0392$; $k_{10} = 0,0393$; $k_{12} = 0,0395$; $k_{15} = 0,0396$.
$k'_4 = 0,0737$; $k'_5 = 0,0765$; $k'_6 = 0,0778$; $k'_7 = 0,0785$; $k'_8 = 0,0788$;
$k'_9 = 0,0790$; $k'_{10} = 0,0791$; $k'_{12} = 0,0792$; $k'_{15} = 0,0794$.

VI. Si l'on se borne à la première approximation, on trouve

$$A_{1m} = \frac{2}{m(m-1)} \quad \text{et} \quad A_{0m} = \frac{m(m-1)+2}{m(m-1)}.$$

On est alors conduit aux expressions suivantes qui permettent le calcul approché de k_m et k'_m :

$$(2\ bis)\quad k_m = \frac{1}{2m \tang\frac{\pi}{m}}\left[-\frac{3+\tang^2\frac{\pi}{m}}{12} + \frac{m(m-1)+2}{2m(m-1)} + \frac{2}{m(m+2)(m^2-1)\cos^m\left(\frac{\pi}{m}\right)}\right],$$

$$(3\ bis)\quad k'_m = \frac{m(m-1)+2}{4m(m-1)\tang\frac{\pi}{m}}.$$

Ces expressions, *exactes* pour le cercle et pour le triangle, donnent pour tous les autres polygones des valeurs approchées *par défaut*. L'erreur est maxima pour le carré. Sa valeur relative est alors un peu supérieure à 3 pour 100 pour k_4 et un peu supérieure à 1 pour 100 pour k'_4. Cette erreur relative diminue quand le nombre m des côtés du polygone augmente.

L'expression (2 *bis*) ne devient préférable à celle,

$$k_m = \frac{0,0704}{\sqrt{m \operatorname{tang} \frac{\pi}{m}}},$$

indiquée par M. Boussinesq, qu'à partir du polygone de 15 côtés. Pour tous les polygones compris entre le carré et le pentédécagone, l'expression de M. Boussinesq fournit une approximation excellente.

Par contre, l'expression (3 *bis*) est meilleure que celle,

$$k'_m = \frac{0,144}{\sqrt{m \operatorname{tang} \frac{\pi}{m}}},$$

indiquée, avec des réserves, il est vrai, par M. Boussinesq.

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Sur la célérité des déflagrations.* Note de M. E. Jouguet, transmise par M. L. Lecornu.

1. Dans les *Comptes rendus* du 7 avril 1913 [1] et dans ma *Mécanique des Explosifs* [2], j'ai donné une formule pour la célérité des déflagrations se propageant par ondes planes dans les mélanges gazeux, en me plaçant dans les deux hypothèses suivantes :

A. La réaction chimique est monomoléculaire;

B. Sa vitesse, nulle au-dessous de la température d'inflammation, est, au-dessus de cette température, proportionnelle à la température absolue.

Dans une Note du 22 avril 1919 [3], publiée à l'occasion d'un travail de Nüsselt, M. Crussard et moi avons discuté l'extension de cette formule aux réactions qui suivent des lois plus générales. Toutefois, faute de pouvoir,

---

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 1052.

(2) Paris, chez Doin, 1917.

(3) *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 820.

dans ce cas, intégrer les équations différentielles du phénomène, nous n'avons développé qu'une discussion incomplète.

Je voudrais montrer qu'on peut aller plus loin en conservant l'hypothèse B, mais en renonçant à l'hypothèse A. L'hypothèse B ne représente évidemment que très grossièrement l'influence de la température sur la vitesse de réaction. J'ai cependant montré, dans ma *Mécanique des Explosifs*, pourquoi elle pouvait être considérée comme fournissant une certaine approximation de la réalité.

2. Reprenons avec les mêmes notations, l'équation qui porte le numéro (2) dans la Note de M. Crussard et de moi-même, en date du 22 avril 1919 :

$$\frac{dT}{d\alpha} = m^2 \frac{CR}{p_0} \frac{nT}{kf(T,\alpha)} [T - T_0 + \alpha(T_0 - \Theta)]. \tag{1}$$

Le nombre de molécules n est une fonction de α. Nous supposerons que la chaleur spécifique C et le coefficient de conductibilité k sont des constantes (1). Pour la vitesse de réaction, les lois classiques la présentent comme la différence de deux vitesses en sens inverse. Mais les phénomènes de dissociation étant faibles dans les mélanges explosifs, nous négligerons la seconde vitesse, et, dès lors, la vitesse de réaction à pression constante sera proportionnelle à $\frac{(1-\alpha)^r(b-\alpha)(c-\alpha)}{[n(\alpha)]^s}$ où r et s sont deux entiers positifs, et où b et c (qui peuvent être égaux) sont plus grands que 1, les facteurs $(b-\alpha), (c-\alpha)$ pouvant être d'ailleurs en nombre quelconque. Si nous ajoutons l'hypothèse B, nous pouvons écrire :

$$\frac{d\alpha}{dt} = f(T,\alpha) = AT\frac{(1-\alpha)^r(b-\alpha)(c-\alpha)}{n^s}.$$

Dès lors, (1) devient linéaire en T et peut s'intégrer. Il faut d'autre part que, à l'origine, $\alpha = 0$ et $T = \tau$ et que, à l'infini, le gradient de la température soit nul. Il est facile de voir que cela équivaut aux conditions aux limites suivantes :

Pour $\alpha = 0$,

$$T = \tau. \tag{2}$$

---

(1) On pourrait supposer que ces coefficients sont indépendants de la température T, mais sont fonctions de α. Nos raisonnements subsisteraient avec des formules un peu moins simples.

Pour $\alpha = 1$,

$$T = \Theta. \tag{3}$$

Si l'on pose

$$F(\alpha) = \int_0^\alpha \frac{[n(\alpha)]^{s+1}}{(1-\alpha)^r(b-\alpha)(c-\alpha)}\,d\alpha,$$

l'intégrale de (1) qui satisfait à (2) est

$$T - T_0 = e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)}\left\{\tau - T_0 + (T_0 - \Theta)\left[-\alpha e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)} + \int_0^\alpha e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)}\,d\alpha\right]\right\}.$$

Et pour satisfaire à (3), il faut que

$$\int_0^1 e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)}\,d\alpha = \frac{\tau - T_0}{\Theta - T_0}. \tag{4}$$

Cette formule permettrait, si cela en valait la peine, par des calculs numériques et graphiques d'ailleurs assez longs, de déterminer m, c'est-à-dire la célérité de la flamme, puisque cette célérité est égale au produit de m par le volume spécifique du fluide où se fait la propagation.

3. On peut tirer de (4) une limite supérieure et une limite inférieure de la célérité.

Limite supérieure. — Soit n' le minimum de $n(\alpha)$ pour α compris entre 0 et 1. On a

$$\frac{[n(\alpha)]^{s+1}}{(1-\alpha)^r(b-\alpha)(c-\alpha)} > \frac{n'^{s+1}}{(1-\alpha)bc}.$$

Donc

$$F(\alpha) > \frac{n'^{s+1}}{bc}\int_0^\alpha \frac{d\alpha}{1-\alpha} = -\frac{n'^{s+1}}{bc}\,\mathcal{L}(1-\alpha).$$

Et (4) donne alors

$$m^2 < \frac{Ap_0k}{RC}\,\frac{bc}{n'^{s+1}}\,\frac{\Theta - \tau}{\tau - T_0}. \tag{5}$$

Limite inférieure. — On a

$$\int_0^1 e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)}\,d\alpha > \int_0^{\frac{1}{r}} e^{-m^2\frac{RC}{Ap_0k}F(\alpha)}\,d\alpha. \tag{6}$$

Soit d'autre part n'' le maximum de $n(\alpha)$. On a, pour α compris entre 0 et $\frac{1}{r}$,

$$\frac{[n(\alpha)]^{s+1}}{(1-\alpha)^r(b-\alpha)(c-\alpha)} < \frac{n''^{s+1}}{(1-r\alpha)\left(b-\frac{1}{r}\right)\left(c-\frac{1}{r}\right)}.$$

Donc

$$F(\alpha) < -\frac{n''^{s+1}}{r\left(b-\frac{1}{r}\right)\left(c-\frac{1}{r}\right)}\zeta(1-r\alpha).$$

Et (4), combinée avec l'inégalité (6), donne

$$(7) \qquad m^2 > \frac{A p_0 k}{RC} \frac{\left(b-\frac{1}{r}\right)\left(c-\frac{1}{r}\right)}{n''^{s+1}}\left[\frac{\Theta-\tau}{\tau-T_0}-(r-1)\right].$$

Pour les mélanges sans contraction sensible, quand b et c sont grands et que $r=1$, les limites (5) et (7) coïncident avec la formule de ma Note du 7 avril 1913.

ASTRONOMIE. — *Contribution à l'étude des planètes Mars et Jupiter.* Note de M. **Jarry-Desloges**, présentée par M. Bigourdan.

Mars. — La calotte polaire australe de Mars, en pleine régression, continue de manifester des apparences de désagrégation de plus en plus importantes. Les premières ont été observées à Sétif il y a trois mois, sous forme de larges traînées sombres sillonnant la calotte, mais depuis cette époque on a constaté l'existence dans cette calotte de régions de tonalités très diverses, allant du blanc éblouissant au noirâtre, en passant par le jaune clair plus ou moins terne ou brillant et toute la gamme des gris.

Ces plages de tonalités diverses varient dans leur forme suivant les différentes époques des observations, mais les plages blanches éblouissantes se voient surtout vers Argyre II et vers Novissima Thyle, qui a été le théâtre de phénomènes clairs anormaux très intéressants.

Depuis plus d'un mois nous constatons également des apparences très importantes de désagrégation autour de ces deux dernières régions. Le 25 août, M. G. Fournier me signalait que Novissima Thyle paraissait complètement séparée de la blancheur polaire par une sorte de chenal sombre d'où partait une traînée assombrie gagnant Yaonis Regio à travers Hellespontus. Cette dernière observation est importante, elle nous montre un exemple bien net de la marche rapide vers l'équateur de matériaux sombres, provenant de la désagrégation des matières blanches polaires, de nature inconnue d'ailleurs, mais prenant naissance en bordure des blancheurs pour se propager à travers des régions déjà assombries, appelées *Mare*, bien à tort semble-t-il. Il ne nous est pas possible ici de discuter la

nature de cet élément sombre, mais nous pouvons dire que cette observation ne permet pas de décider entre les deux hypothèses bien connues : Hydrique et Végétative, car toutes deux donnent une explication plausible des faits constatés.

Notons que le processus de la désagrégation de la calotte polaire australe de Mars ne se fait plus en 1924 comme en 1909, époque où cette désagrégation fut suivie pendant plus de six mois avec le plus grand soin à mes deux Observatoires de haute altitude (Revard et Massegros). Nous retrouvons de même des différences très notables entre 1924 et 1909 dans les autres régions du disque. Les anomalies si importantes de la pointe de Mare Cimmerium, vers Æthiops, et aussi l'anomalie récente vers Nectar sur Thaumasia, etc. n'existaient pas en 1909.

Les observations de Sétif sont gênées par la poussière soulevée par le siroco au cours d'une saison dont la sécheresse est désastreuse. Bien rarement put-on utiliser toute la puissance du réfracteur de $0^{m},50$ d'ouverture, qui paraît trop grand, en général, pour de pareilles recherches. Néanmoins, quand les bonnes conditions atmosphériques sur Terre ont coïncidé avec celles de la planète Mars (encore plus rares, surtout dans certaines régions martiennes), on a aperçu des détails innombrables, particulièrement dans les régions polaires ou froides, où les images sur Mars sont généralement meilleures. Certaines *Mare* ont dans ces conditions paru formées d'un enchevêtrement inextricable de détails, les uns clairs, les autres sombres.

On a revu la plupart des petits détails déjà notés antérieurement; en particulier Juventa-Fons et les multiples Lacus, ou Palus, formant Phoenicis Lacus, etc.

Jupiter. — Une dépêche de Sétif en date du 27 août signale l'apparition vers 270° de longitude, en pleine perturbation tropicale, d'une plage claire ayant 6″,5 de longueur et similaire comme apparence à la *Tache Rouge*. Le 13 juillet cette région avait été dessinée mais la plage claire ne fut pas vue.

ASTRONOMIE. — *Dispositif simple permettant l'observation des troubles optiques de l'atmosphère; application à l'estimation de la définition des images données par les instruments.* Note (1) de M. **Ch. Gallissot**, transmise par M. Hamy.

Les perturbations apportées à la formation des images dans les lunettes et télescopes par les troubles de l'atmosphère ont de tous temps retenu l'attention des astronomes. Ils les ont envisagées parce qu'elles limitent la puissance à donner aux instruments et influent sur la précision des mesures; ils les ont également envisagées en elles-mêmes et cherchées en remontant aux causes à déduire de leur étude les renseignements qu'elles sont susceptibles de fournir sur les mouvements de l'atmosphère. M. G. Bigourdan a donné dans trois Notes successives un exposé très complet de la question, augmenté de références bibliographiques étendues et de résultats personnels importants (2). Je renverrai à ces publications.

Dispositif. — On substitue à l'oculaire d'une lunette astronomique L une petite lunette l sur l'objectif de laquelle on a préalablement disposé un biprisme de Fresnel (3), l'arête du biprisme partageant diamétralement l'objectif. La lunette l ainsi armée *est mise au point sur l'objectif* L; elle donne de cet objectif deux images symétriques par rapport à l'arête du biprisme. Pour le but proposé il y a avantage à ce que les deux images empiètent franchement l'une sur l'autre, entre les trois quarts et la moitié. On modifie l'angle du biprisme en conséquence.

L'axe optique de la lunette L étant dirigé sur une étoile, l'arête du biprisme bissectant le faisceau des rayons issus de l'objectif L, la double image de cet objectif apparaît sous forme de deux demi-disques lumineux; ces deux demi-disques sont séparés par une bande sombre A lorsque l'arête

---

(1) Séance du 4 août 1924.

(2) *Les ondulations instrumentales des images : leur variation diurne, annuelle, et leur relation avec l'état général de l'atmosphère* (*Comptes rendus*, t. **160**, 1915, p. 415); *Sur la scintillation; comparaison avec les ondulations des images instrumentales célestes* (*Ibid.*, p. 536); *Comparaison de la scintillation et des ondulations instrumentales des images célestes sous diverses influences* (*Ibid.*, p. 579).

(3) Le biprisme est de construction facile : on colle à chaud sur une glace mince à l'aide de baume du Canada une seconde glace coupée en deux; on obtient la surface doublement prismatique en rapprochant les deux morceaux et en serrant les bords sur la première glace pendant le refroidissement.

du biprisme est en deçà du foyer, superposés lorsque l'arête du biprisme est au delà du foyer. Si aucune perturbation n'affecte les rayons incidents, le passage de l'arête du biprisme par le plan local L se manifeste par le passage brusque du sombre au clair ou inversement du clair au sombre de la bande A. Cette particularité permet de déterminer la position du foyer et l'on conçoit incidemment l'utilisation du dispositif pour estimer l'oscillation du foyer le long de l'axe optique.

Observation des troubles optiques. — La lunette oculaire étant disposée de façon que l'arête du biprisme soit dans le voisinage du foyer, plutôt en deçà, on aperçoit très nettement les discontinuités optiques (stries) rencontrées par le faisceau incident sur son trajet. Tout rayon incident parallèle à l'axe optique atteint un des prismes, il atteint l'autre s'il est primitivement dévié et si la déviation n'est pas parallèle à l'arête du biprisme; l'image de la région de l'objectif L touchée par les rayons perturbés apparaît donc dans la bande obscure A. Le dispositif est à rapprocher de celui de Foucault utilisé par Töpler pour l'étude des milieux réfringents troubles. C'est la même expérience modifiée afin d'être d'une application facile et pratique lorsque la source lumineuse est une étoile. L'arête du biprisme joue ici le rôle d'écran partiel; sa forme rectiligne est un avantage; les déviations des rayons perturbés ne sont pas toujours uniformément distribuées autour de la direction incidente; fréquemment il y a des directions privilégiées au point de vue de l'amplitude des déviations et elles peuvent être décelées en faisant tourner la lunette *l* sur elle-même.

État de l'atmosphère et ondulation des images. — Ce dispositif de réalisation fort simple permet d'aborder l'étude des différentes questions dont les Notes de M. Bigourdan ont fait ressortir l'intérêt et qui sont en étroite dépendance avec les stries, leur formation, leurs dimensions, leur altitude, leur mouvement.

En ce qui concerne l'ondulation des images, il est avantageux de substituer à l'observation de l'image elle-même, celle des rayons qui échappent à la marche normale. La proportion des rayons déviés, la fréquence et la valeur des déviations sont données par l'observation des stries; celle-ci fixe instantanément l'observateur sur l'importance des accidents optiques rencontrés par le faisceau lumineux le long de son parcours et constitue un procédé immédiat pour juger de l'homogénéité et de la stabilité de l'atmosphère à un instant donné.

L'expérience montre que ce sont les accidents optiques les plus près du sol qui influent relativement le plus sur la qualité des images. Le fait est à

rapprocher des variations diurnes des ondulations instrumentales ([1]).

Les accidents optiques élevés, tout en étant accompagnés de déviations faibles (inférieures à 2″), peuvent donner naissance à une scintillation très sensible pour un observateur éloigné. L'étalement des images dépend de la grandeur des déviations et non de la distance qui sépare l'observateur des accidents qui les provoquent; l'amplitude des variations d'éclat qui caractérisent la scintillation augmente avec cette distance ([2]). Ceci explique pourquoi la scintillation peut être intense et en même temps la définition des images satisfaisante.

Sous nos latitudes (Lyon), les images sont en moyenne meilleures en hiver qu'en été. L'observation des séries montre que la période qui s'étend de fin septembre à avril est une période de régime stable et régulier par opposition à la période printemps-été. Les maxima d'altitude des séries décelés par l'observation systématique de la scintillation ([3]) se produisent à deux époques de l'année février-mars et septembre-octobre. Ces faits sont en accord avec les variations annuelles mises en évidence par M. Bigourdan ([4]).

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Sur quelques applications électro-optiques des relais à arc.* Note ([5]) de MM. **L. Dunoyer** et **P. Toulon**.

Les relais à arc, dont nous avons indiqué précédemment ([6]) les propriétés essentielles se prêtent à d'intéressantes applications électro-optiques. On utilise alors non pas directement les variations mêmes du courant redressé, mais celles de l'intensité lumineuse moyenne de la colonne positive.

Plusieurs de ces applications font intervenir une propriété importante de nos relais : la rapidité avec laquelle peuvent se succéder les variations du potentiel de la gaine sans qu'elles cessent de provoquer les mêmes variations du courant moyen qui passe dans l'arc. Nous avons mis cette propriété en évidence par l'expérience suivante. L'arc était alimenté avec du courant à

([1]) G. Bigourdan, *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 417.

([2]) Gallissot, *Thèse de doctorat*, Chap. V, p. 161.

([3]) Eugénie Bellemin, *Essai de sondage optique de l'atmosphère effectué à l'Observatoire de Lyon* (*Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 1316).

([4]) *Comptes rendus*, t. 160, 1915, p. 418.

([5]) Séance du 11 août 1924.

([6]) L. Dunoyer et P. Toulon, *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 148.

1000 périodes et la gaine avec une tension à 50 périodes par seconde. La lumière de l'arc passait à travers une fente contre laquelle glissait une pellicule photographique en mouvement rapide. Nous avons constaté que la pellicule était impressionnée par groupes de 10 fentes distinctes, chaque groupe étant séparé du suivant par un intervalle égal à la largeur du groupe. Chacune des plages impressionnées correspond à une alternance du courant à 1000 périodes pendant laquelle l'anode est positive, et chaque groupe de plages correspond à une alternance de la tension de gaine à 50 périodes pendant laquelle la gaine est positive. Il nous paraît probable que nous pourrons atteindre des fréquences beaucoup plus élevées. C'est seulement avec ces fréquences que certaines des applications indiquées ci-dessous seront réalisables.

I. *Signalisation optique.* — On conçoit immédiatement le mode d'emploi de notre relai. La tache cathodique étant entretenue par un dispositif convenable, une tension alternative à 50 périodes par exemple est appliquée entre l'anode et la cathode, avec une résistance en série ; la gaine est disposée de manière à ne pas gêner l'émission lumineuse de la colonne positive ; on peut par exemple utiliser celle-ci en bout, comme dans certains tubes pour la spectroscopie ; la source lumineuse sera ainsi plus petite et de plus grand éclat ; un manipulateur morse mettra la gaine en concordance ou en opposition de phase avec l'anode suivant qu'on voudra lancer un signal lumineux ou éteindre l'arc. On pourra ainsi commander le phare ou le projecteur à une distance quelconque par l'intermédiaire d'une simple ligne télégraphique. Il est à remarquer que la dépense d'énergie dans la source sera limitée à la durée même des signaux, contrairement à ce qui a lieu quand on procède par occultation discontinue d'une source constamment alimentée.

Supposons qu'au lieu d'un manipulateur morse on emploie un baudot ou tout autre manipulateur de signaux télégraphiques ultra-rapides. On pourra, au moyen d'une lentille, diriger un faisceau émanant de l'arc vers un poste récepteur, où une seconde lentille le fera converger sur une pellicule photographique en mouvement. Les signaux pourront facilement y être déchiffrés. Le faisceau lumineux paraissant à l'œil parfaitement continu, le dispositif constituera un mode de signalisation dirigée et discrète.

II. *Radiophonie optique dirigée.* — Au lieu de procéder par tout ou rien, nous pouvons utiliser l'influence du déphasage de la gaine sur l'intensité moyenne du courant qui passe dans l'arc. Supposons alors que les propriétés

du relai se conservent pour des fréquences d'alimentation inaudibles. Arrangeons-nous pour que le retard de phase de la gaine soit égal à π, lorsqu'un certain microphone est au repos et soit d'autant moindre que ce microphone est plus violemment excité. Les variations d'intensité de l'arc suivront les variations de hauteur et d'intensité de son reçu par le microphone. Une lentille dirigera un faisceau lumineux émis par l'arc vers le poste récepteur où une seconde lentille le concentrera sur une cellule photo-électrique reliée aux bornes d'une batterie de piles. Le courant photo-électrique, convenablement amplifié par des lampes, excitera un écouteur téléphonique. On téléphonera ainsi du poste émetteur au poste récepteur sans que la communication puisse être soupçonnée par des tiers.

Pour commander le retard de phase de la gaine par les courants microphoniques d'émission, on pourra employer le montage suivant. Un enroulement secondaire spécial du transformateur d'alimentation sera placé en série avec une résistance AB et avec une bobine de self telle que le courant circulant dans cette résistance soit en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant d'alimentation. L'extrémité A de cette résistance sera en opposition de phase avec l'anode. Elle sera également reliée, par l'intermédiaire d'une autre résistance, à la gaine et à la plaque d'une lampe triode. L'autre extrémité B de la résistance AB sera reliée au filament de la lampe et à une extrémité du secondaire du transformateur téléphonique dont l'autre extrémité sera reliée à la grille de la lampe. Le schéma des tensions permet de voir que le retard de phase de la gaine est d'autant plus faible que les courants microphoniques sont plus intenses ([1]).

III. *Enregistrement et reproduction de la parole.* — Supposons qu'on emploie le même montage, mais qu'au poste récepteur (qu'il serait en ce cas inutile d'éloigner) on remplace la cellule photo-électrique par une bande photographique en mouvement comme ci-dessus en I. Les groupes d'images successives de l'arc seront enregistrés, plus serrés pour les sons aigus, plus intenses pour les sons forts. On fera ensuite défiler cette bande entre une source de lumière et une cellule photo-électrique; les courants engendrés dans cette cellule seront envoyés dans un haut-parleur après amplification, soit par des lampes, soit par notre relai. Si une scène a été en

---

([1]) Il est à remarquer que ce système de modulation peut être réalisé avec des lampes à trois électrodes et permettre également d'obtenir une énorme amplification de courants téléphoniques.

même temps cinématographiée sur la bande, il y aura synchronisme automatique entre les gestes et le discours.

IV. *Téléphotographie et télévision.* — Le même montage peut encore servir, mais on remplace le microphone par une cellule photo-électrique excitée par le faisceau explorateur de l'image à transmettre. Ces courants se traduisent comme ci-dessus par des variations d'intensité du relai à arc placé cette fois au poste récepteur. La lumière de l'arc est concentrée en un faisceau sur l'écran récepteur.

Ce dernier faisceau et le faisceau explorateur de l'image à transmettre sont orientés par des mécanismes rigoureusement synchrones et tels que le point où converge le faisceau sur l'écran récepteur soit toujours exactement homologue du point exploré sur l'image à transmettre.

V. *Réception optique de signaux radioélectriques.* — Les dispositifs ci-dessus supposent que le relai fonctionne encore sous de hautes fréquences. Nous terminerons par une application plus simple déjà réalisée et dans laquelle le relai à arc est également placé au poste récepteur. Nous avons vu déjà qu'il est facile d'exciter la gaine par télégraphie sans fil. Une émission de signaux morses se traduira donc au poste récepteur par des allumages et des extinctions qui permettront de remplacer la lecture au son par la lecture à la vue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la pression de vapeur saturante des mélanges de chlorures de potassium et de sodium.* Note [1] de MM. **L. Hackspill** et **R. Grandadam**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Peu de mesures ont été faites jusqu'ici, de la pression de vapeur des sels à l'état de fusion.

Bunsen en 1866 a comparé la volatilité relative de certains d'entre eux par évaluation de la perte de poids subie en un temps déterminé à la température du brûleur à gaz auquel il a donné son nom; mais ces recherches ont uniquement un caractère qualitatif, de même que celles publiées en 1897 par Northon et Roth [2].

Des mesures plus précises ont été faites pendant et après la guerre aux États-Unis. Elles ont porté sur les sels de potassium et avaient pour but de

---

[1] Séance du 25 août 1924.

[2] Northon et Roth, *Journ. of the Amer. Chem. Soc.*, 1897, p. 327.

déterminer les conditions les plus favorables à la récupération de la potasse dans les fours à ciment et les hauts fourneaux. C'est ainsi que D. Jackson et J. J. Morgan ([1]) ont déterminé jusqu'aux environs de 1000°, la densité de vapeur saturante de l'hydroxyde, de l'oxyde, du carbonate, du sulfate, du silicate et du chlorure de potassium en se servant d'une méthode dynamique indiquée par Wartenberg. On peut aisément calculer les tensions de vapeur à partir des nombres obtenus, mais en faisant une hypothèse sur le poids moléculaire.

Nous avons pensé qu'il pourrait être utile de faire des mesures du même genre sur des mélanges de chlorure de potassium et de chlorure de sodium et sur la silvinite d'Alsace.

Pour diverses raisons nous avons préféré à la méthode de Wartenberg l'ébullition sous une pression déterminée d'azote.

Le fer et le nichrome étant légèrement attaqués par les chlorures alcalins, nous avons opéré dans un creuset en graphite Acheson maintenu dans un tube de porcelaine placé verticalement et capable de tenir le vide au rouge vif. Un couple platine-platine rhodié plongeant dans le sel fondu donnait la température à environ 2° près. Le chauffage était réalisé à l'aide d'un fil de nichrome de 4^{mm} de diamètre parcouru par un courant d'intensité variable. On peut de cette manière atteindre 1200° sans que le fil s'oxyde trop rapidement, ce qui n'est pas le cas avec les fils fins généralement utilisés. La constance de la pression était obtenue au $\frac{1}{10}$ de millimètre de mercure grâce à un ballon de verre servant de réservoir régulateur et à un jeu de robinets. Cette constance était constatée sur un manomètre tronqué observé à l'aide d'un cathétomètre, et la pression mesurée à l'aide d'une jauge de Mac Leod.

Dans toutes les expériences, la pression étant fixe, la température s'élevait progressivement jusqu'à un point où elle restait constante. Lorsque cette constante avait été observée pendant 15 minutes, ce palier était considéré comme point d'ébullition du sel ou du mélange de sels contenu dans le creuset.

Voici par exemple les résultats obtenus avec le chlorure de potassium pur :

Pression (mm de Hg)..	1	2,4	3,5	5	6,2	8,1	10,8
Température.........	830°	868°	890°	920°	940°	970°	994°

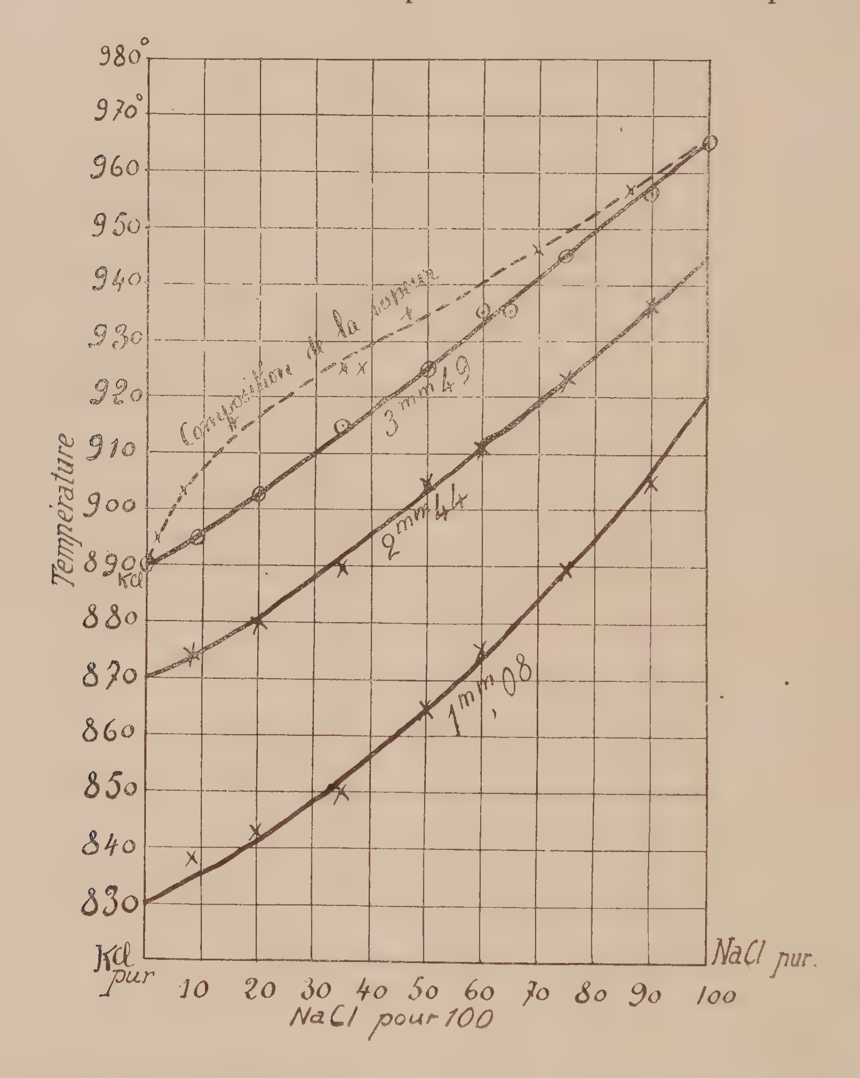
Nous avons pris comme points de repaire les températures de fusion suivantes : P. F. de KCl, 770° ; de NaCl, 800° ; de K^2SO^4, 1068°.

Les tensions de vapeur calculées par Jackson et Morgan, d'après les densités, sont un peu supérieures : $1^{mm},5$ à 800° et $8^{mm},3$ à 945°.

([1]) D. Jackson et J. J. Morgan, *Journ. Indust. and Engen Chem.*, t. 13, 1921, p. 110.

La concordance peut cependant être considérée comme très satisfaisante, étant données les difficultés inhérentes à ce genre de mesures.

Les résultats obtenus avec les mélanges de chlorure de potassium et de chlorure de sodium sont résumés par les courbes ci-dessous qui donnent



les températures d'ébullition en fonction de la composition pour trois pressions différentes : $3^{mm},49$, $2^{mm},44$, et $1^{mm},08$. La courbe en pointillé représente la composition de la vapeur pour la pression $3^{mm},49$.

Un échantillon de silvinite, provenant de la mine Amélie et titrant 65 pour 100 de KCl, a fourni des points qui sont venus se placer sensible-

ment sur les trois courbes; la composition correspondante de la vapeur étant 85 pour 100, et le mélange à 85 donnant une vapeur à 95 pour 100, on voit qu'il serait possible de séparer les deux chlorures par distillation fractionnée dans un appareil possédant quelques plateaux seulement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration du chloroforme.* Note (¹) de MM. **H. Gault** et **R. Truffault**, transmise par M. A. Haller.

La chloruration directe du méthane donne lieu, lorsqu'on opère sans précautions spéciales, à la formation de tous les dérivés chlorés qui peuvent prendre naissance par substitution du chlore à l'hydrogène. Nous avons pensé qu'il serait utile de reprendre séparément l'étude de chacune des chlorurations partielles.

Nous avons cherché à préciser les conditions dans lesquelles la chloruration du chloroforme (²) s'effectue à la lumière, en faisant varier successivement les trois facteurs principaux qui jouent un rôle dans la chloruration : longueur d'onde de la lumière, température et catalyseurs.

D'une manière générale, nous n'avons pu constater dans aucun cas la formation, en quantité appréciable, de produits autres que le tétrachlorure de carbone. L'analyse du produit de réaction est, dans ces conditions, particulièrement facile; en effet, l'acide chlorhydrique formé s'élimine de lui-même à l'état gazeux en raison de sa faible solubilité dans le chloroforme; l'excès de chlore étant absorbé, soit par le mercure, soit par l'anhydride arsénieux, il ne reste donc qu'un mélange de chloroforme et de tétrachlorure de carbone, dont on peut déterminer la composition, soit par la densité, soit par l'indice de réfraction. Nous avons vérifié que les courbes donnant la densité et l'indice de réfraction en fonction de la composition sont sensiblement des droites; on peut par conséquent, connaissant la densité ou l'indice de réfraction du mélange, déduire immédiatement sa composition.

A. *Action de la lumière.* — Nous avons fait cette étude en interposant divers écrans colorés entre la source lumineuse (soleil ou arc électrique) et le chloroforme à chlorer. La réaction n'a pas lieu à l'obscurité. La lumière visible de grande longueur d'onde n'a aucune influence jusque $\lambda = 639$ (³) (lumière rouge, écran au chromate de potassium).

(¹) Séance du 18 août 1924.

(²) Regnault, *Ann. Ch. et Phys.*, 2e série, t. 71, 1839, p. 377.

(³) Comparer Job et Emschwiller, *Comptes rendus*, t. 179, 1924, p. 52.

La réaction commence dans le violet. Mais elle est encore faible au-dessus de $\lambda = 400$ (écran de sulfate de quinine). Au contraire, elle est très vive dans le début de l'ultraviolet, $\lambda = 300$ à 340 (lumière du soleil ou de l'arc électrique dans des appareils en verre).

B. *Action de la température.* — Nous avons étudié l'action de la température à la lumière de l'arc au charbon dans des appareils de verre. La chloruration n'a pas lieu dans le chlore liquide. Avec le chlore gazeux, elle commence vers — 5°. Elle est encore faible à 0°. Elle devient vive entre + 5° et + 10°.

C. *Action des catalyseurs.* — Nous avons surtout étudié l'action du perchlorure de fer en faisant passer dans le chloroforme un courant de chlore rapide (8^l à 10^l à l'heure), à différentes températures et à la lumière de l'arc électrique.

En prenant ensuite l'indice de réfraction du produit de chloruration et en le soumettant à la distillation, nous avons obtenu les résultats suivants :

1° *Sans perchlorure de fer.* — La chloruration du chloroforme est totale, pourvu que l'on fasse passer le chlore pendant un temps suffisamment long. On obtient exclusivement du tétrachlorure de carbone (indice de réfraction : 1,4610 ; point d'ébullition : 76°,5).

2° *En présence de perchlorure de fer.* — Quelles que soient les conditions expérimentales dans lesquelles on se place, à la température ordinaire ou à température plus élevée (jusqu'à 60°, température d'ébullition du chloroforme), il n'y a pas de chloruration et l'on retrouve intégralement le chloroforme inattaqué (indice de réfraction $n = 1,4457$; point d'ébullition : 61°).

Quel est le rôle du fer dans cette réaction? On peut faire au moins trois hypothèses :

a. Le perchlorure de fer étant un déshydratant énergique, agit en supprimant toute trace d'eau dans le chloroforme, ce qui pourrait avoir une influence sur la chloruration, la présence d'eau favorisant dans certains cas la formation d'acide chlorhydrique.

Nous avons, en conséquence, repris nos essais en employant d'autres catalyseurs, déshydratants tout aussi énergiques que le perchlorure de fer. Nous avons employé le chlorure de calcium, le chlorure de zinc, et surtout le chlorure d'aluminium. Dans tous les cas, la chloruration se produit, contrairement à ce que l'on observe avec le perchlorure de fer. Avec le chlorure d'aluminium, après cinq heures de passage du courant de chlore, le produit brut de chloruration renferme plus de 80 pour 100 de tétrachlorure de carbone.

b. Le perchlorure de fer pourrait, d'autre part, agir en donnant avec le chloroforme une combinaison chimique qui ne se laisserait plus chlorer. Au cours de nos essais, nous n'avons jamais observé aucun fait qui puisse confirmer cette seconde hypothèse.

c. Enfin, le rôle du perchlorure de fer peut tout simplement se ramener à une absorption des radiations actives qui favorisent la chloruration. C'est ce que nous avons cherché à mettre en évidence en essayant de chlorer le

chloroforme en l'absence des radiations absorbées par le perchlorure de fer.

1° Nous avons interposé entre le chloroforme et la source lumineuse un écran constitué par une solution de perchlorure de fer tout d'abord dans l'eau, puis dans le chloroforme.

Dans les deux cas, le chloroforme reste inattaqué.

2° Nous avons fait ensuite un essai en employant, non plus une solution saturée de perchlorure de fer, mais une solution très étendue et, par suite, faiblement colorée. Dans ce cas, la chloruration se produit et après trois heures de passage de chlore, le chloroforme renferme déjà 15 pour 100 de tétrachlorure de carbone.

3° Nous avons enfin dissous directement dans le chloroforme un colorant inattaquable par le chlore, le jaune algol, qui donne lieu sensiblement à la même absorption que le perchlorure de fer. Nous avons constaté que si la chloruration n'est pas tout à fait arrêtée, comme dans le cas du chlorure ferrique, elle est cependant considérablement diminuée. Après un passage de chlore prolongé pendant 6 heures, on observe la formation de 18 pour 100 de tétrachlorure de carbone seulement alors que, dans le même temps et en l'absence de jaune algol, tout le chloroforme est déjà transformé.

Nous pouvons donc déduire de ces essais la conclusion suivante : Si la chloruration du chloroforme est entravée par la présence de perchlorure de fer, cela semble dû, non pas à l'action déshydratante de ce composé, ni à son action chimique sur le chloroforme, mais bien au fait que ses solutions sont colorées et absorbent les radiations lumineuses qui déterminent la chloruration à cette température.

En résumé, la chloruration du chloroforme est activée, non pas par les catalyseurs que nous avons étudiés, mais par la température et surtout par les radiations lumineuses à partir du début de l'ultraviolet.

LITHOLOGIE. — *Les bostonites et camptonites de l'Yemen.* Note (1) de M. David Rotman-Roman.

1. Des bostonites affleurent en diverses places dans l'Yemen entre Obal et Oussil (région Hodéida-Sanaa). Elles forment des filons dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à 2^m.

A. Les *bostonites quartzifères* (El Birar, Obal) sont des roches compactes finement grenues, de couleur gris clair jaunâtre ou verdâtre, tachetées de noir. Elles sont constituées par des microlites de feldspath, un peu

(1) Séance du 11 février 1924.

moins de quartz, une quantité variable de biotite microlitique et beaucoup moins d'ilménite et de magnétite. La biotite verte, un peu chloritisée, forme une poussière fine qui imprègne toute la roche. Ces roches ont une structure trachytique, parfois un peu divergente. Les microlites feldspathiques sont l'orthose et l'albite de formation postérieure, elle corrode en effet l'orthose en la cicatrisant et en remplaçant parfois toute la partie centrale de ses cristaux dont il ne reste qu'une mince zone. Le reste de l'albite a cristallisé ensuite simultanément avec une dernière formation d'orthose. Les contours des feldspaths ne sont pas géométriques; ils ont l'aspect trouble, à cause de fines inclusions de mica et de quartz logées le long des clivages; enfin, ils sont parfois associés poecilitiquement au quartz. Ce dernier s'individualise aussi en biseaux le long des clivages du feldspath, ou en coin entre les microlites du feldspath, là où ils divergent.

Voici la composition chimique de cette roche (Dr N. Metta). Densité : 2,740.

SiO^2	59,98
Al^2O^3	14,42
Fe^2O^3	9,94
FeO	2,47
TiO^2	0,09
P^2O^5	0,8[illegible]
MnO	0,82
MgO	0,59
CaO	1,11
K^2O	5,72
Na^2O	4,13
P. a. f.	0,69
	100,76

2. Les *Bostonites albitiques quartzifères* (Wadi Chotba et Djebel Safassaf, Hadjela) sont de couleur vert foncé olive, elles sont constituées par une pâte finement grenue dans laquelle sont disséminés des phénocristaux (3^{mm}), d'albite, beaucoup moins de quartz et de biotite verte. La structure passe de la trachytique à l'andésitique. Les phénocristaux de plagioclase ont la composition d'une albite à 5-7 pour 100 An. Ils se présentent en prismes de 3^{mm} de longueur et de 1^{mm} de largeur, maclés suivant la loi de l'albite et de Carlsbad. Ils renferment des nombreuses inclusions de muscovite en paillettes disséminées ou en bouquets, ce qui trahit une teneur primordiale importante en potasse; à signaler aussi des inclusions de magnétite et de fins prismes d'apatite. La partie feldspathique de la pâte est une association de microlites d'orthose et d'albite englobant du mica microlitique; l'intervalle des microlites divergents de feldspaths

est rempli par du quartz et des paillettes de biotite. Par places, celle-ci associée à des petits grains de magnétite et à très peu d'apatite formant des nids de 1-2mm de diamètre.

Voici la composition de cette bostonite (Dr N. Metta). Densité : 2,657 :

SiO^2	56,90
Al^2O^3	13,28
Fe^2O^3	10,17
FeO	2,51
P^2O^5	0,12
MnO	0,98
MgO	0,61
CaO	6,65
K^2O	3,05
Na^2O	4,46
P. a. f.	0,71
	99,44

3. Les *bostonites albitiques* sont compactes, finement grenues, de couleur gris brunâtre, finement tachetée de blanc; elles renferment des phénocristaux tabulaires (jusqu'à 3mm de longueur et 1mm d'épaisseur) d'une albite à 5 pour 100 An; ils sont maclés seulement suivant la loi de l'albite. La pâte a une structure trachytique, à tendance fluidale. Elle est constituée par des microlites très fins d'albite parfois cerclés d'orthose faculée d'anorthose et enfin d'orthose pure.

Les microlites d'albite renferment des fines inclusions de muscovite de magnétite partiellement transformée en hématite, et enfin beaucoup d'aiguilles fines d'apatite; à signaler enfin une quantité insignifiante de quartz xénomorphe. Voici la composition de cette roche (Dr N. Metta) :

SiO^2	64,50
Al^2O^3	15,08
Fe^2O^3	5,64
FeO	0,41
P^2O^5	0,85
MnO	0,80
MgO	0,61
CaO	2,25
K^2O	3,04
Na^2O	7,27
P. a. f.	0,32
	100,77

B. Dans le Djebel Mehrak (Hadjela) non loin de quelques-unes des bostonites, on rencontre des filons de basaltes, pouvant, au point de vue génétique, être considérés comme l'équivalent de *camptonite*, complément basique lamprophyrique des premières. Elles sont dépourvus d'amphibole, peut-être parce que le feldspath est, lui aussi, plus basique que celui des camptonites habituelles. Ce sont des roches compactes, de couleur noire un peu grisâtre renfermant de nombreux phénocristaux d'augite titanifère et d'olivine (jusqu'à 2^{mm} en diamètre). La pâte montre la structure caractéristique des basaltes et est constituée par deux générations de plagioclases, beaucoup de pyroxène et fort peu d'olivine. Les cristaux d'augite sont frais, maclés, zonés, polychroïques et très dispersifs. L'olivine est partiellement serpentinisé. Il y a dans la pâte deux générations de feldspath microlitique. Les microlites de la première génération appartiennent au labrador bytownite à 75-80 pour 100 An : ils sont très fins ($0^{mm},5$ de longueur et $0^{mm},2$ de largeur) maclés suivant les lois de l'albite et Carlsbad avec la macle de la péricline; ils sont entourés d'une seule zone à contour flou dont la composition s'abaisse jusqu'à 60 pour 100 An. Ils contiennent beaucoup d'inclusions de microlites d'olivine. Les microlites de la deuxième génération de la pâte sont beaucoup plus petits et ont la composition de la zone la plus acide des microlites de la première génération. Ils sont maclés surtout suivant les lois de l'albite, de Carlsbad. La magnétite est abondante dans la pâte, mais elle se rencontre aussi en phénocristaux. L'ordre de la cristallisation est le suivant : phénocristaux de pyroxène, de magnétite et d'olivine; le pyroxène a continué à cristalliser même après que la deuxième génération du plagioclase de la pâte eut commencé à s'individualiser. La formation des phénocristaux d'olivine a cessé avant la fin de celle du pyroxène.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la géologie du Tibesti-Djado-Kaouar.* Note [1] de M. **M.-E. Denaeyer.**

Deux ans de séjour au Tibesti, au Djado et au Kaouar (1921-1922) ont permis au capitaine Rottier de publier récemment une étude d'ensemble de ces pays [2] et d'y récolter, principalement dans l'ouest du Tibesti, une

---

(1) Séance du 25 août 1924.

(2) Rottier, *Le Sahara Oriental. Considérations générales* et Chap. I, *Le pays* (*B. C. Afr. Fr., Rens. Col.*, n° 1, 1924, p. 1-14, carte).

collection de roches et de minéraux qui a été remise au Muséum d'histoire naturelle.

Les grès qui forment l'assiette de ces contrées ne diffèrent pas en général de ceux qui ont été décrits précédemment ([1]). Il faut cependant signaler l'existence de grès à ciment calcaire dans la falaise qui limite, à l'Ouest, la plaine d'Ouantogoy et d'un tuf calcaire fossilifère au pied d'une coulée de lave de la partie occidentale de l'Ouantogoy, sur la route de Wour à Bonwa; les fossiles en sont malheureusement indéterminables.

Toute la région située entre l'enneri Turkou-Sadaouélou à l'Ouest, la route Madiqué-Oufoudou-Bardaï au Sud, l'Aouzou à l'Est et le désert au Nord est constituée par une arkose-grès de couleur grise, en couches fortement plissées, traversées de nombreux filons de quartz de 2^{cm} à 10^{cm} d'épaisseur. Cette formation confère au pays un visage très tourmenté, sillonné d'innombrables torrents. Cette arkose-grès est formée de quartz dominant et de feldspaths divers : orthose, microcline et plagioclases. Ces éléments de taille variable sont réunis par une pâte où entre du quartz micro- et crytocristallin, des paillettes de muscovite et de chlorite et des grains d'épidote. Le quartz présente des extinctions onduleuses et les paillettes de mica sont tordues. Ces terrains procèdent certainement de la destruction d'un massif granito-gneissique primitif. Leur plissement est vraisemblablement contemporain de la surrection des Saharides. Le capitaine Rottier n'indique malheureusement pas les relations de ces couches plissées avec les grès horizontaux, mais il semble bien que c'est à cette région que se réduit finalement le massif cristallin visible du Tibesti. Il faut lui rattacher un filon de pegmatite altérée affleurant dans l'enneri Oderaoua à 10^{km} au sud-ouest de la palmeraie d'Abo, sur 150^{m} de longueur et 10^{m} de hauteur, à la base de falaises formées de grès à ciment de limonite dans lesquels l'enneri s'est creusé un lit de 150^{m} à 200^{m} de profondeur. Un affleurement identique existe sur 50^{m} de long et 5^{m} à 6^{m} de haut dans la palmeraie de Madiqué au bas des rives de l'enneri.

Les laves de l'Emi Koussi et de la partie orientale du Tibesti sont bien connues ([2]). Le capitaine Rottier a rapporté, à l'appui de ses observations nouvelles ([3]), des rhyolites et des basaltes. Les grès ferrugineux de la palmeraie d'Oufoudou supportent une coulée de rhyolite de 40^{m} à 50^{m} d'épaisseur et de 500^{m} de long affleurant aux rives de l'enneri du même

---

([1]) A. Lacroix et Tilho, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 1169.

([2]) A. Lacroix et Tilho, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 1237; t. 169, 1919, p. 402.

([3]) Rottier, *loc. cit.*, p. 7 et 8.

nom. C'est une rhyolite alcaline, riche en microlites de riebeckite. La pâte est silicifiée, à vacuoles garnies de quartzine microsphérolitique; les lithophyses renferment des sphérolites négatifs assez volumineux et parfois des prismes de riebeckite. La surface de la coulée est couverte de tufs et de ponces de même nature. Les mêmes produits de projection, émis par les volcans de la région d'Abo, s'accumulent sur plusieurs kilomètres d'étendue et 20^m à 25^m d'épaisseur dans la direction des régions d'Ouantogoy, Bardaï et Tao. Dans l'Ouantogoy on trouve des fragments d'obsidienne blanche et noire; cette dernière montre au microscope un verre grisâtre avec trichites et quelques cristallites feldspathiques. A haute température, elle ne dégage que très peu d'eau; sa densité 2,458 et son indice 1,494 en font une obsidienne rhyolitique [1]; sa teneur en soude est élevée.

Les basaltes sont du type andésitique à silice saturée. Les uns renferment des phénocristaux de labrador (confluent des enneris Madiqué et Soouarnaoua) ou d'andésine basique (flanc d'un ancien cratère de l'Arma Goumri, coulée de 250^m de long et de 2^m à 2^m,50 de haut), les autres, des phénocristaux d'olivine. Ces dernières roches forment le piton d'Oudoufou et les coulées descendant du Tii vers Oudoufou et Ouantogoy; on les trouve encore, en blocs isolés, dans tous les champs de cailloux qui couvrent les vallées de la région d'Abo (régions de Gobredoï, Ouantogoy, Oudoufou).

Le sol de la palmeraie de Bonwa renferme du natron qui fut le seul sel que les habitants d'Abo emploient pour leur alimentation; la thénardite existe dans le trou à natron de la caldeira de Tidichi, ainsi que dans l'oasis de Seggueddin.

De la calcite cristallisée et fibreuse a été récoltée dans la cuvette de Mabrous. Le sol de cette cuvette est constitué, sur une profondeur de 4^m à 5^m, par du gypse pulvérulent contenant un peu de célestine, quelques frustules de diatomées et des grains clastiques de quartz, de zircon et de tourmaline. Le gypse est aussi présent dans l'oasis de Zao Koura.

Le sol des oasis de Bilma, d'Agram, de Zao Koura et de Djado est formé d'une « argile » qui est, en réalité, une *vase quartzeuse à diatomées*. Les grains de quartz sont anguleux, bien calibrés, de 0^{mm},07 en moyenne. L'existence de ce sédiment vient à l'appui de l'hypothèse du capitaine Rottier sur l'origine lacustre de ces oasis [2].

---

(1) La densité un peu faible est due à de nombreuses inclusions gazeuses. L'indice de réfraction a été mesuré en lumière jaune (sodium) par la méthode à immersion (M. Gaubert).

(2) Rottier, *loc. cit.*, p. 13 et 14.

Enfin cet officier m'a communiqué une coupe de la falaise qui domine à l'Est l'oasis du Kaouar entre Bilma et Aney. On relève de la base au sommet : 1° 80m de grès à ciment calcaire ; 2° 20m de grès à ciment quartzeux ; 3° 5m de latérite (*s. l.*). On se souvient que c'est au sud de Bilma que le colonel Monteil a trouvé un Oursin maestrichtien, le *Noetlingia Monteili* V. Gauthier (1) et que Rohlfs a vu des grès portant des empreintes d'Ammonites (2).

GÉOLOGIE. — *Classification du Quaternaire du nord de la France et comparaison avec le Quaternaire danois.* Note (3) de M. **Georges Dubois**, transmise par M. Ch. Barrois.

Les formations quaternaires du nord de la France peuvent être groupées en cinq étages établis sur la distinction de cycles sédimentaires marins successivement emboîtés l'un dans l'autre, selon le principe proposé par M. Ch. Depéret en 1918. Les dénominations admises ici pour les quatre plus anciens d'entre eux sont celles de M. Depéret. Le cinquième cycle sédimentaire n'offre encore que sa phase positive ou transgressive qui a commencé un peu avant la fin des temps « pleïstocènes » pour se continuer à travers les temps « holocènes », jusqu'au cours du moyen âge. Cette phase transgressive, au cours de laquelle la ligne de rivage s'est élevée dans nos contrées de l'altitude —30 à l'altitude actuelle zéro, est connue depuis les travaux de M. Rutot (4) sous le nom de transgression *flandrienne*. Le terme *Flandrien* a été créé par MM. Rutot et Van den Broeck (5) pour les sables des Flandres déposés au cours de cette transgression. J'ai donc employé ce terme pour désigner le cycle de sédimentation le plus récent en l'étendant aux formations historiquement datées de la plaine maritime et aux dépôts actuels qui ne peuvent en être séparés, par application du principe rationnel de classification de M. Depéret.

---

(1) A. de Lapparent, *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 188.

(2) G. Rohlfs, *Petermann's Mitt.*, Ergänzungsheft 25, 1868.

(3) Séance du 11 août 1924.

(4) Rutot, *Les origines du Quaternaire de la Belgique* (*Bull. Soc. Belg. Géol., Bruxelles*, t. 11, 1897. Mém. 140 pages).

(5) Rutot et Van den Broeck, *Note sur la nouvelle classification du terrain quaternaire dans la Basse et Moyenne Belgique* (*Bull. séances Soc. Malac. Belg.*, 1885, p. LXXIX).

Oscillations princip. de la ligne de rivage	Classification générale		Flandre — Facies marin		Flandre — Facies continental	Wissant	Picardie — Facies marin		Picardie — Facies continent.	Divers types de Normandie Bretagne Poitou	Principaux limons du Nord de la France	Danemark	Glaciations
+	Flandrien	Assise de Dunkerque	Sables à *Cardium* postgalloromains		Tourbes et marnes calcaires à Limnées	Sables tourbeux de l'Ile Sombre	Sables à *Cardium* du Crotoy	Sables du Marquenterre	Tourbes	Cordons littor. de Cherrueix et St-Michel en l'Herm (S.)	Limons dits de lavage	A. à *Mya arenaria*	
		Assise de Calais	Cordon littoral des Pierrettes	Sables gris bleu	Tourbes	Tourbe submergée	Cordon littoral de Bel-Air	Argile de polder Sables gris	Tourbes et tufs calcaires	Cordons litt. du Marais poitevin		A. à *Tapes*: sup. à *Dosinia*; inf. (Litorinasænkning)	
		Assise d'Ostende	Sable de Leffinghe Sable d'Ostende	Couches de Coquelles à *E. primigenius*	Tourbe de Coquelles Tourbes du Dogger Bank	Diluvium de l'Ile Sombre	Sables et galets du fond de la Plaine maritime	Argile de polder	Tourbe Sables et galets fluviatiles		Limons récents (ergerons)	Tourbe (A. à *Ancylus*) A. de Nörre Lyngby A. à *Zirphæa* Senglacial	
– +	Monastirien		(?) Galets de F[t] Château Plage suspendue de Sangatte, Coulogne, Attaques.			Couches fluvio-marines de Petit-Phare	Galets du Crotoy (Pruques)	Sables de Menchecourt à *C. fluminalis*	Graviers de Montières à *E. primigenius*	Plage susp. du Catel Nombreuses pl. suspendues de Bretagne	Limons anciens: Limon rouge à *E. primigenius* Loess ancien de la Somme	Etage de Skaerumhede	Würm
– +	Tyrrhénien		Sable jaune de Ghyvelde			Diluvium fluviatile du niveau de 30 m.			Graviers de St-Acheul à *E. antiquus*		Limons anciens: Limon de St-Acheul à *E. antiquus*	Eemien A. de Vognsböl A. d'Esbjerg	Riss
– +	Milazzien								Graviers de la Ferme de Grâce			Préglaciaire	Mindel
– +	Sicilien								Diluvium des plateaux				(Günz) ?

J'ai été amené, au cours de six années de recherches dont les résultats successifs ont été communiqués de 1919 à 1923 à la Société géologique du Nord ([1]), à diviser le Flandrien ainsi défini en trois assises : ass. inf. d'*Ostende* à faune marine riche en types émigrés ; — ass. moyenne de *Calais* à faune marine voisine de la faune actuelle ; — ass. sup. de *Dunkerque* à faune marine actuelle (y compris *Mya arenaria*).

La position stratigraphique des différentes couches quaternaires du nord de la France est indiquée dans le tableau ci-contre.

J'y ai fait figurer pour mémoire celle de quelques variétés de limons; mais il y a lieu de remarquer à ce propos que le caractère lithologique d'un limon n'apporte aucune indication précise sur l'âge de celui-ci.

On trouve dans le Tyrrhénien l'industrie paléolithique ancienne ou archéolithique à types chelléen et acheuléen dominants ; — dans le Monastirien et le Flandrien inférieur, l'industrie archéolithique à type moustérien dominant ; — dans le Flandrien inférieur, différentes variétés d'industrie paléolithique récente et dans le Flandrien moyen les industries néolithimétalliques.

J'ai pu retrouver dans la région scandinave, et plus spécialement en Danemark, que j'ai visité sous la conduite de MM. Madsen, Nordmann et A. Jessen, les équivalents stratigraphiques du Tyrrhénien, du Monastirien et du Flandrien. J'ai pu y relever d'autre part les traces des oscillations du niveau marin décrites dans la région atlantique de l'Europe ([2]). Mais ces oscillations s'y interfèrent avec des mouvements propres du domaine scandinave qui en Slesvig sont à peine indiqués, sont plus nets en Jutland et en Vendsyssel et masquent complètement les oscillations générales du niveau marin dans la péninsule scandinave.

J'ai pu noter enfin grâce aux relations stratigraphiques des formations glaciaires et interglaciaires en Danemark que les phases glaciaires ont été sensiblement synchroniques des oscillations générales négatives du niveau marin.

([1]) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 44, 1919, p. 69, 82, 90, 100, 103; t. 45, 1920, p. 82-89; t. 46, 1921, p. 9, 24, 40, 67 ; t. 47, 1922, p. 11, 77, 83, 114, 117 ; t. 48, 1923 (en cours de publ.), et *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. 8, 1924, 357 pages, 41 fig. texte, 6 planches.

([2]) A noter, en particulier, que la phase moyenne de l'oscillation positive flandrienne correspond au *Litorinasænkning* ou affaissement de la période à Littorines.

BOTANIQUE. — *Genres nouveaux de Bambusées malgaches.* Note de M[lle] **Aimée Camus**, présentée par M. H. Lecomte.

Les Bambous de Madagascar n'avaient été que fort peu étudiés jusqu'ici et les espèces connues se réduisaient à une seule pour chacun des genres *Schizostachyum*, *Cephalostachyum*, *Nastus* et *Ochlandra*.

Grâce aux belles collections récoltées par M. Perrier de la Bâthie et données au Muséum, j'ai pu distinguer : deux *Arundinaria*, un autre *Schizostachyum*, un *Ochlandra*, plusieurs *Cephalostachyum* et *Nastus*, et trois nouveaux genres, les genres *Perrierbambus*, *Pseudocoix* et *Hickelia*.

Il est assez curieux de noter que toutes les espèces de Bambusées malgaches sont endémiques, alors que la plupart des autres Graminées sont bien plus largement distribuées.

Beaucoup de ces Bambusées malgaches proviennent de la riche région montagneuse (de 1500 à 2400^{m}) et si un certain nombre appartiennent à des genres dont l'aire de distribution est assez large, les genres *Nastus*, *Perrierbambus*, *Hickelia* et *Pseudocoix* sont propres à Madagascar et aux îles voisines.

Le genre *Pseudocoix* A. Camus, à inflorescence penchée, subspiciforme, rappelle à maturité l'inflorescence fructifère des *Coix*, par ses glumelles ventrues, très lisses et très luisantes.

La diagnose du genre *Pseudocoix* est la suivante :

Bambusa subscandentia, elongata. Spiculæ breviter pedicellatæ vel subsessiles, ventricosæ, 2-3 floræ, floribus 1-2 inferioribus sterilibus, supremo perfecto hermaphrodito. Glumæ steriles 2-3, concavæ, acuminatæ vel cuspidatæ, multinerviæ. Rachilla supra glumam floriferam superiorem producta. Fl. inf. : glumella concava, cuspidata, dorso nitida, glabra, demum ventricosa, multinervia. Fl. sup. ☿ : glumella ovata, longe cuspidata, concava, dorso nitida, demum ventricosa, multinervia; palea ovata, obtusa, demum inflata, ecarinata, dorso sulcata, nitida, parinervia. Lodiculæ 3, majusculæ, elongatæ, ovatæ, apice ciliatæ. Stamina exserta; filamenta libera. Ovarium oblongum, apice hirsutiusculum. Styli 3, elongati, tomentosi. Stigmata exserta. Fructus ovoideus, basi contractus, apice rostratus, hirsutiusculus, rostro persistente.

Ce genre *Pseudocoix* A. Camus ne comprend jusqu'ici qu'une espèce, le :

Pseudocoix Perrieri A. Camus, nov. sp.

Culmus 40-60^m longus, ramis verticillatis. Foliorum lamina lineari-lanceolata vel lanceolata, 15^cm longa, 0^cm,7-0^cm,9 lata, abrupte attenuata in petiolum glabrum, apice acuminata, glabra, margine scaberula. Vaginæ hirtæ, demum glabræ. Ligulæ oblongæ. Spiculæ 15-16^mm longæ, ventricosæ. Glumæ steriles 2-3, apice hirsutæ, margine ciliatæ. Fl. inf. : glumella 10-11^mm longa, apice violacea, hirsuta. Fl. sup. ☿ : glumella 14-15^mm longa, apice hirsuta, violacea; palea 14-15^mm longa, apice hirsuta. Antheræ exsertæ, flavescentes, 8-9^mm longæ.

Cette espèce n'a été trouvée qu'une fois, dans la partie centrale de Madagascar, par M. Perrier de la Bâthie, et récoltée en assez grande quantité, dans une forêt à sous-bois brûlé, entre 2000 et 2400^m d'altitude, sur le Mont Tsaratanana (Perrier de la Bâthie, n° 16361).

Les chaumes de ce très curieux bambou, qui atteignent parfois 50 et 60^m de longueur, sont faibles, s'appuient sur les arbres et arbustes et retombent de tous les côtés.

Cette espèce ne paraît pas monocarpique. M. Perrier de la Bâthie a constaté que des pieds en fleurs portaient de jeunes rejets.

Ce genre présente des affinités avec le genre *Ochlandra* dont il se distingue par ses styles distincts, ses épillets tous semblables, fertiles, les glumelles stériles et celles de la fleur fertile formant une sorte de faux-fruit assez dur et luisant.

Par son fruit à péricarpe charnu et séparable et sa glumelle supérieure ou palea non carénée, le genre *Pseudocoix* A. Camus, comme le genre *Perrierbambus* A. Camus, se rattache à la sous-tribu des *Melocanneæ*.

Le genre *Hickelia* A. Camus (1) peut être ainsi caractérisé :

Bambusa scandentia. Spiculæ subsessiles vel breviter pedicellatæ, in capitulis densis aggregatæ, 3 floræ, supra glumas articulatæ, demum ventricosæ, floribus 2 inferioribus sterilibus, supremo perfecto hermaphrodito. Glumæ steriles 3-5, persistentes, concavæ, ovato-lanceolatæ, plurinerves. Fl. inf. : glumella convoluta, lata, ovata, demum indurata, ventricosa. Fl. sup. ☿ : glumella convoluta, lata, ovata, multinervia, demum indurata, ventricosa; palea convoluta, dorso sulcata, ecarinata, parinervia, demum indurata. Lodiculæ ovatæ, acutæ, parvæ. Stamina 6; filamenta libera. Ovarium oblongum, hirsutiusculum. Styli 3, elongati. Caryopsis ovoidea, glabra, antice longitudinaliter sulcata, lævissima, rostrata, ad maturitatem basi styli dilatatâ quasi calyptrata. Pericarpium a semine non distinguendum.

---

(1) Je dédie ce genre à M. R. Hickel, conservateur des Eaux et Forêts, bien connu pour ses très importants travaux de Dendrologie.

Ce genre ne comprend jusqu'ici qu'une espèce dont voici la diagnose :

Hickelia madagascariensis A. Camus, nov. sp.

Culmus scandens, gracilis. Folia lanceolata, apice acuminata, basi rotundata, 12^{cm} *longa*, $1^{cm},3-1^{cm},5$ *lata, supra glabra, subtus hirsuta, margine crassa, scaberula. Vaginæ striatæ, margine pilosæ, demum glabræ. Ligulæ parvæ, truncatæ. Spiculæ* 10^{mm} *longæ demum* $17-18^{mm}$ *longæ*, 7^{mm} *diam. Glumæ steriles* $5-10^{mm}$ *longæ pilosæ. Fl. inf.: glumella* $12-13^{mm}$ *longa, nitida. Fl. sup.* ☿ : *glumella* $12-13^{mm}$ *longa, demum nitida, indurata; palea* $12-13^{mm}$ *longa, nitida, glabra, apice pilosula*, 16-20 *nervia. Caryopsis* 9^{mm} *longa*, $4-5^{mm}$ *diam., subovoidea, rostro persistente puberulo.*

Madagascar centr. : bois d'Ambatofitorano, au sud d'Ambositra, alt. 1600^{m} (Perrier de la Bâthie, n° 10787).

Ce genre forme à lui seul une sous-tribu bien distincte, celle des *Hickelieæ* A. Camus, caractérisée par ses six étamines à filets libres, ses épillets à une seule fleur supérieure fertile, celle-ci à palea dure, sans carènes, ressemblant à une glumelle inférieure, enfin par ses fruits à péricarpe mince, non séparable du reste de la graine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la solubilité des tanins et leur extraction chez les végétaux*. Note [1] de M. F. **Picard**, présentée par M. H. Lecomte.

Les résultats des recherches de Lloyd, Clark et Mell peuvent se résumer ainsi :

Le tanin se présenterait dans la cellule vivante sous deux formes différentes :

1° En solution dans le suc cellulaire, sans présager en rien des combinaisons toujours possibles des principes tanniques avec une ou plusieurs substances présentes dans la vacuole, sucre, albumine, alcaloïdes; c'est le cas de la Spirogyre.

2° En combinaison chimique ou simplement en adsorption avec une substance colloïdale ternaire, ce qui est le cas le plus fréquent; le complexe tannique cède facilement son tanin en présence de l'eau (écorce de chêne) ou bien retient fortement le tanin et d'autant mieux que la cellule est plus âgée (fruits charnus astringents).

M. Michel-Durand [2], par l'analyse quantitative, a confirmé les

(1) Séance du 25 août 1924.

(2) Michel-Durand, *De l'état des tanins dans la cellule végétale* (*Comptes rendus*, t. 178, 1924, p. 586).

recherches des auteurs précités et, d'après un certain nombre de dosages effectués sur les divers organes du chêne et du châtaignier, a conclu que l'acétone n'enlève jamais qu'une fraction plus ou moins importante des principes tanniques. Le fait, constate-t-il, que ces substances ne sont pas dissoutes en totalité par l'acétone est digne de remarque. Or, tous les tanins étant solubles dans l'acétone, il est facile, dit-il, à la lumière des faits signalés par Lloyd, d'interpréter cette anomalie.

« Si en effet l'on admet que le tanin existe dans les cellules tannifères en union plus ou moins intime avec une substance mucilagineuse, l'acétone coagulerait le contenu des vacuoles des cellules à tanin; le complexe tanin-mucilage se prendrait en masse sous l'influence du réactif et retiendrait énergiquement une partie des principes tanniques. En présence de l'eau bouillante le coagulum prendrait une consistance mucilagineuse ou se désagrégerait et le tanin libéré passerait en solution dans l'eau. »

Au moment où la Note de M. Michel-Durand est parue, j'étudiais depuis un certain temps le rôle des tanins dans l'aoûtement des sarments de la vigne. J'employais l'éther ordinaire pour l'extraction et j'arrivais à un résultat semblable.

Je considérais une série de 20 sarments. Pour chacun de ces sarments les trois opérations suivantes ont été faites :

Opération 1. — Sur une quantité de substance déterminée, extraction des tanins par l'éther dans l'appareil de Soxhlet. L'éther contenant les tanins est distillé, le résidu repris par l'eau bouillante et le dosage est fait sur cette solution.

Opération 2. — La poudre sur laquelle l'extraction à l'éther vient d'être faite, placée dans une allonge est traitée par l'eau bouillante. La solution obtenue sert pour le dosage.

Opération 3. — On fait subir à une prise de substance neuve et égale à la première le seul traitement à l'eau bouillante.

J'ai ajouté cette troisième opération qui était nécessaire. En effet, si l'on admet l'hypothèse de Lloyd, il est logique de supposer que la quantité de tanins dosée dans l'opération 3 doit être égale à la somme des quantités de tanins dosées dans les opérations 1 et 2. A ma connaissance cette vérification n'a pas été faite.

Le dosage des tanins a été effectué par la méthode de Boudet et Jean. Les résultats de dosages ci-après sont rapportés à 100g de substance sèche :

Numéro du sarment.	Extraction à l'éther.	Extraction à l'eau bouillante sur le résidu de l'extraction à l'éther.	Extraction à l'eau bouillante seule.
1	11	13	18
2	14	12	15
3	13	15	14
4	14	16	16
5	14	15	14
6	12	15	14
7	13	14	13
8	12	16	14
9	12	15	13
10	11	15	15
11	11	11	14
12	8	10	14
13	9	11	14
14	9	11	16
15	11	10	14
16	8	16	14
17	12	15	14
18	12	13	14
19	15	12	14
20	8	11	9

Ce tableau prouve que :

1° L'éther ordinaire employé comme liquide d'extraction n'enlève jamais qu'une partie des tanins.

2° L'eau bouillante employée seule est incapable de dissoudre tous les tanins.

Le premier résultat, comme celui de M. Michel-Durand, confirme l'hypothèse émise.

Le second résultat permet de douter de l'exactitude de cette hypothèse. En effet, en reprenant le raisonnement de M. Michel-Durand, il faut admettre que l'eau bouillante est capable d'entraîner tous les tanins. L'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi; le tableau ci-dessus ne comporte aucune exception et dans tous les cas l'écart est très sensible entre les quantités de tanins extraites. Il semble donc que l'hypothèse de la formation du complexe tanin-mucilage désagrégé par l'eau bouillante soit inexacte.

En résumé, l'extraction incomplète des tanins par l'éther ne peut être attribuée à l'état particulier signalé par Lloyd; il s'agit très probablement de tanins différents par leurs propriétés physiques.

D'après la constatation que j'ai faite, l'extraction industrielle est d'un mauvais rendement puisqu'on abandonne une grande quantité de tanins, insolubles dans l'eau bouillante.

ENTOMOLOGIE. — *Sur le développement de l'*Eutermes matangensis. Note (1) de M. **Jean Bathelier**, présentée par M. J.-L. Bouvier.

Les œufs de l'*Eutermes matangensis* mesurent environ $0^{mm},7$ sur $0^{mm},4$. Ils augmentent de volume au cours du développement et présentent leur taille maximum au moment de l'éclosion.

Il en sort des jeunes munis d'antennes à 12 articles. Ceux-ci, à la naissance, sont pratiquement indistinguables les uns des autres et ont une tête semblable à celle des ouvriers. Il y a de légères variations dans la taille du cerveau mais celles-ci ne peuvent être classées à la simple observation sous le binoculaire. Elles me paraissent dues le plus souvent à ce que les jeunes observés sont à des états de développement différant de quelques heures.

Il fait suite à ce stade une mue d'où les jeunes Termites sortent plus grands avec 13 articles aux antennes. Dès ce moment trois catégories peuvent être discernées.

a. Des larves à corps mince et allongé, tête petite et pourvues de très courtes écailles alaires. Il s'agit ici incontestablement de sexués.

b. Des larves à corps court, tête ronde et relativement petite.

c. Des larves à corps court, de taille supérieure aux précédentes; tête ronde et un peu plus grosse.

Les deux derniers groupes, on le verra plus loin, sont respectivement les larves des soldats-nasuti et des ouvriers.

Les deux stades précédents constituent pour les neutres les deux seuls stades larvaires proprement dits. Les larves *b* du deuxième stade donnent naissance à de petits ouvriers, et les larves *b* à de grands ouvriers, les uns et les autres ayant 14 articles antennaires et prenant part aux travaux de la colonie; leur corps est chitinisé. On trouve leur intestin rempli de pâte de bois.

(1) Séance du 25 août 1924.

Si nous recherchons l'origine des soldats-nasuti nous rencontrons les faits suivants.

On n'observe pas de soldat-nasutus ayant aux antennes moins de 13 articles. Les plus jeunes sont blanc de lait, puis ils deviennent jaunâtres et enfin brun sans beaucoup grossir. Ceci implique donc que, dans cette espèce, les soldats-nasuti se développent dans une dernière mue à partir d'animaux déjà différenciés.

Si l'on étudie par la méthode biométrique les formes neutres connues sous le nom d'ouvriers, on arrive à les grouper en trois catégories. Des animaux à plus grosse tête forment un premier groupe compact. Ils ont toujours une chitine relativement très développée. Une seconde classe comprend des animaux de taille variable. Il y a un notable accroissement des plus jeunes qui ne sont que très peu chitinisés jusqu'aux plus âgés qui le sont moyennement. Enfin il existe de petits ouvriers peu chitinisés formant un groupe compact nettement séparé des deux précédents.

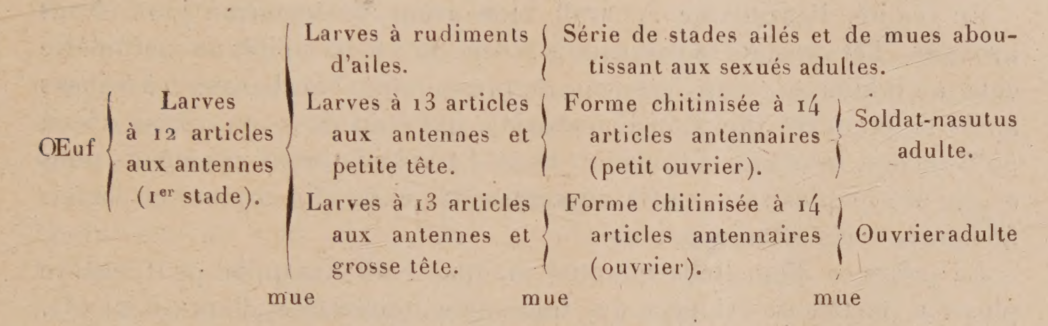
On peut interpréter ces faits de la façon suivante : les neutres de la première catégorie sont les véritables ouvriers adultes de l'*Eutermes matangensis*. Ceux de la seconde représentent le stade précédent de la même caste. Ce ne sont donc pas des adultes : ils doivent encore subir une mue. J'ai pu observer celle-ci et suivre le passage d'un état à l'autre. Cependant ils prennent part au travail et ont leur intestin rempli de pâte ligneuse. Jusqu'ici on désignait ces deux classes sous le nom d'ouvrier. Enfin les neutres de la troisième catégorie représentent l'avant-dernier stade de la caste des soldats-nasuti.

Cette hypothèse s'est trouvée vérifiée. J'ai rencontré une dizaine de ces insectes en cours de mue. La tête chitinisée du petit ouvrier est fendue et, par l'ouverture, sort le rostre du soldat-nasutus encore renfermé dans l'ancienne chitine. Le changement de forme est, ici, saisi sur le vif. Deux exemplaires de ces formes sont entre les mains de M. Bouvier. Il est à noter que toutes les formes d'ouvriers ont 14 articles aux antennes tandis que le soldat-nasutus n'en a que 13. Il y a donc, dans la mue, réduction du nombre des articles antennaires : celle-ci se fait par soudure des troisième et quatrième article. On trouve d'ailleurs, parfois, de jeunes soldats encore incolores présentant plus ou moins nettement des antennes à 14 articles.

La forme ouvrier à petite tête qui précède le stade soldat-nasutus ne montre pas de glande frontale développée ; il en est de même des stades larvaires qui précèdent. La glande frontale se développe au cours de la mue

qui fait apparaître la forme soldat-nasutus en même temps que la « corne » qui sert à éliminer la sécrétion. Elle termine son évolution peu de temps après la fin de cette mue, alors que le jeune soldat est encore blanc. J'ai pu suivre ce processus et en dessiner les étapes.

On peut représenter le développement de l'*Eutermes matangensis* par le schéma suivant :



En résumé, chez l'*Eutermes matangensis*, le soldat-nasutus apparaît au cours d'une mue qui est la dernière subie par cette catégorie de neutres à partir d'une forme de termite ayant l'aspect d'un ouvrier. Cependant, d'autres observations que je pense exposer plus tard, me portent à penser que les diverses castes de cette espèce sont déjà déterminées dans l'œuf bien qu'indistinguables à l'éclosion, ce qui confirmerait les vues de M. Bugnion (1912) et de Miss Thomson (1919).

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'apparition des anticorps.* Note [1] de M. G. Ramon, présentée par M. Roux.

En utilisant la réaction de floculation, nous avons pu suivre, pour ainsi dire, jour par jour, la production d'antitoxine diphtérique chez un grand nombre de chevaux, une centaine à l'heure actuelle, immunisés et hyperimmunisés uniquement par l'anatoxine. De plus amples détails concernant cette production, la marche de l'immunisation en général et les résultats d'ensemble obtenus, seront donnés plus tard; nous désirons seulement

(1) Séance du 18 août 1924.

aujourd'hui attirer l'attention sur la vitesse d'apparition de l'antitoxine considérée en tant qu'anticorps [1].

Nous avons fait connaître précédemment [2] que neuf jours après une seule injection de 1^{cm^3} d'anatoxine faite sous la peau de cinq chevaux, les sérums de ces animaux étaient déjà riches en antitoxine puisqu'ils contenaient entre 10 et 20 unités d'Ehrlich au centimètre cube.

En réalité, l'antitoxine apparaît bien avant ce neuvième jour. Nous avons en effet constaté sa présence à raison de 5 à 10 unités au centimètre cube au minimum, dans le sérum de presque tous les chevaux 5 à 6 jours après la première injection d'anatoxine qui était de 1 ou 10 ou 25 ou 50^{cm^3} suivant les séries d'animaux. Dans d'assez nombreux cas même, nous avons décelé plusieurs unités au centimètre cube [3], 3 jours et parfois 48 heures après cette injection.

La présence d'une telle quantité indique d'ailleurs qu'on peut, encore plus tôt, mettre en évidence des traces très appréciables d'antitoxine [4]. Dès qu'elle est apparue, l'antitoxine augmente rapidement pour atteindre le maximum vers le dixième ou le douzième jour. Soit au point de vue de

---

(1) Jusqu'ici l'étude de la vitesse d'apparition de l'antitoxine était très difficile sinon impossible à entreprendre dans de bonnes conditions. En effet, la quantité de toxine diphtérique que l'on peut injecter d'emblée, à un animal neuf, même du poids d'un cheval, étant très faible, son pouvoir antigène est très réduit, et la quantité d'antitoxine qui apparaît par la suite est trop minime pour être facilement appréciée. De plus, et bien qu'à divers points de vue la méthode intradermique de Romer (ou ses dérivées) ait marqué un progrès sensible, les techniques de dosage *in vivo* de l'antitoxine, celle d'Ehrlich en particulier, sont très lentes, bien compliquées et trop coûteuses pour pouvoir être utilisées à répétition sur une grande échelle. D'une part, l'emploi de l'anatoxine diphtérique douée d'un pouvoir antigène élevé, dénuée de toute toxicité et pouvant par conséquent être injectée d'emblée à haute dose, d'autre part l'utilisation de la réaction de floculation exigeant le minimum de temps et de dépenses, donnent toutes facilités pour des recherches du genre de celles que nous envisageons ici.

(2) G. Ramon, *Annales Institut Pasteur*, t. 38, 1924, p. 1.

(3) Ces chiffres prennent encore plus de valeur si l'on se rappelle qu'une unité antitoxique neutralise cent doses mortelles (pour le cobaye) et si l'on sait qu'un homme dont le sérum renferme seulement $\frac{1}{40}$ d'unité (réaction de Schick négative) est à l'abri de l'intoxication diphtérique naturelle.

(4) Par la méthode de Romer par exemple. Mais à ce propos il ne faut pas oublier que, ainsi que Roux et Martin l'avaient constaté dès le début de la sérothérapie, le sérum de chevaux « neufs » peut renfermer dans certains cas des traces d'antitoxine.

l'apparition de l'antitoxine, soit au point de vue de son augmentation progressive, il faut compter avec les différences individuelles très grandes. C'est ainsi que, dans une série de dix chevaux qui avaient reçu 25$^{cm^3}$ d'anatoxine comme première dose, le sérum de l'un d'eux titrait, cas assez rare, moins d'une unité le huitième jour après l'injection, alors que celui de deux autres renfermait, ce même jour, les doses considérables de 250 et 300 unités antitoxiques au centimètre (1).

L'antitoxine diphtérique constitue-t-elle au point de vue de la rapidité de son apparition une exception parmi les anticorps, ou bien en est-il de même d'autres anticorps correspondant, eux aussi, à des antigènes d'origine microbienne? Nous avons été amené, au cours d'essais d'un autre ordre, à injecter à plusieurs chevaux des filtrats de culture du bacille de la Peste. Chaque cheval recevait sous la peau 50$^{cm^3}$ de filtrat provenant d'une culture en bouillon âgée de quatre semaines environ et additionnée, quelques jours avant la filtration, d'une minime quantité de formol (1,5 pour 1000). Utilisant ici encore la méthode de floculation qui, ainsi que nous l'avons indiqué (2), peut servir au dosage de tout anticorps floculant (3), précipitines des auteurs, ou autres, nous avons pu saisir l'apparition du pouvoir floculant dans le sérum des animaux traités comme il vient d'être dit, et en suivre le développement non seulement de jour en jour, mais aussi d'heure en heure. C'est qu'en effet, dès la quinzième heure après l'injection et parfois dès la huitième, on peut mettre en évidence un pouvoir floculant déjà marqué. Vers la douzième heure, par exemple le plus souvent, 2$^{cm^3}$ de sérum donnent une floculation très nette en présence de 2$^{cm^3}$ de filtrat. Dans les heures et les jours qui suivent, le pouvoir floculant augmente progressivement pour atteindre le maximum comme dans le cas de l'antitoxine diphtérique vers le dixième jour. A ce moment, il suffit en général de 0$^{cm^3}$,3

(1) Des différences notables existent aussi entre les espèces; si chez le lapin l'apparition et l'augmentation de l'antitoxine ont lieu dans une certaine mesure comme chez le cheval, chez le cobaye au contraire les quantités d'antitoxine décelables au début ne se chiffrent que par des fractions d'unités et le maximum de pouvoir antitoxique n'est atteint que plus lentement.

(2) G. Ramon, *Annales Institut Pasteur*, t. 37, 1923, p. 1001.

(3) Nous suivons exactement la même technique que celle que nous avons établie pour le dosage de l'antitoxine diphtérique; mettant simplement en présence dans des tubes à hémolyse une quantité fixe (2$^{cm^3}$) de filtrat, et des volumes variables du sérum dont on veut titrer le pouvoir floculant; on examine de temps à autre les mélanges placés à l'étuve ou laissés à la température du laboratoire et l'on note l'apparition de la floculation initiale, indicatrice du pouvoir floculant.

ou $0^{cm^3},5$ mélangés à 2^{cm^3} de filtrat pour donner une floculation très abondante. Ces constatations nous ayant paru quelque peu surprenantes, nous avons multiplié les essais et nous avons toujours obtenu les mêmes résultats : apparition de l'anticorps floculant en moins de 24 heures (1).

Ainsi, tout au moins dans les cas envisagés ici, dès l'introduction de l'antigène (2) sous la peau du cheval et dès son absorption, on peut déceler dans le sérum de cet animal la présence de l'anticorps spécifique. Cela nous paraît de quelque intérêt au point de vue des théories de l'immunité et de la constitution des anticorps en général.

La séance est levée à 15^h15^m.

A. Lx.

---

(1) Sans vouloir assimiler au point de vue de sa valeur de protection cet anticorps floculant à l'antitoxine diphtérique, nous étions en droit de nous demander dans quelle mesure les filtrats du bacille de Yersin, dont les propriétés ne sont pas sans analogie avec celles des anatoxines, peuvent assurer la vaccination vis-à-vis de l'infection pesteuse. Des expériences en collaboration avec M. Dujardin-Beaumetz sont en cours à ce sujet.

(2) En est-il toujours ainsi avec tous les antigènes? Nous nous garderons de généraliser; nous ferons simplement remarquer que si, dans nombre de cas, les anticorps ne semblent pas apparaître aussi vite, ou plus exactement si l'on ne peut constater aussi rapidement leur présence, cela tient soit à la faible valeur de l'antigène, soit à la quantité trop minime injectée, soit encore et bien plutôt à l'insuffisance de nos moyens de recherches. Dans le cas de l'antitoxine diphtérique, l'emploi de l'anatoxine montre la valeur du facteur antigène, l'utilisation de la floculation démontre l'importance du moyen d'investigation dans de telles recherches.